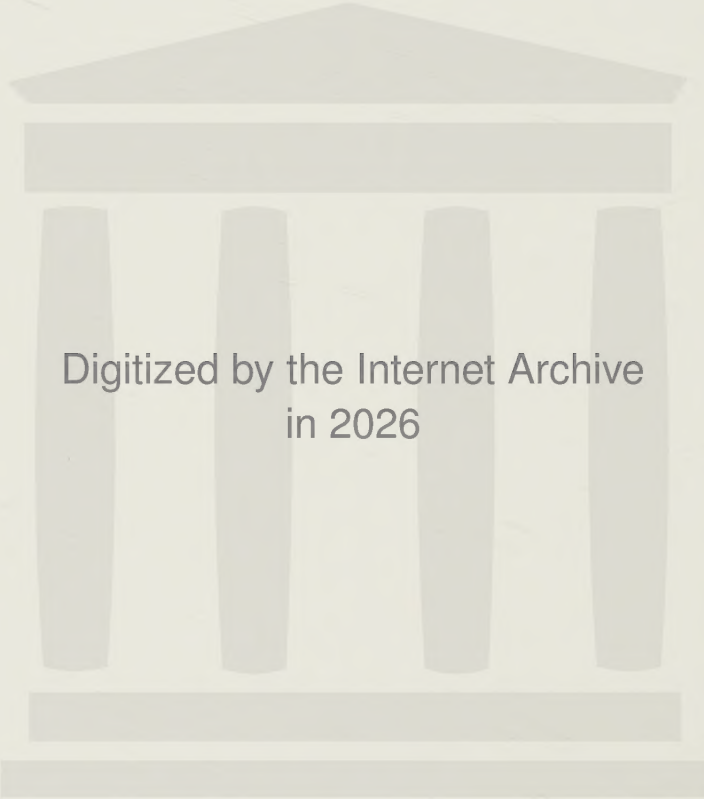


Kieferorthopädische Spezialschrauben,
unter besonderer Berücksichtigung
der Quadrantenschraube
nach Schuhbeck

Michael Schuhbeck



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Aus der Poliklinik für Kieferorthopädie der Universität München

Vorstand: Prof. Dr. Arnulf Stahl

KIEFERORTHOPÄDISCHE SPEZIALSCHRAUBEN, UNTER
BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG DER QUADRANTEN-
SCHRAUBE NACH SCHUHBECK

Dissertation

zum Erwerb des Doktorgrades der Zahnheilkunde
an der Medizinischen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Michael Schuhbeck

aus
Ruhpolding

1986

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr. A. Stahl

Mitberichterstatter: Prof. Dr. E. Kraft

Dekan: Prof. Dr. W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 28.10. 1986

Meinen Eltern
in Dankbarkeit gewidmet

Kieferorthopädische Spezialschrauben, unter besonderer Berücksichtigung der Quadrantenschraube nach SCHUHBECK

GLIEDERUNG

1. Einleitung und Problemstellung	
1.1. Zur Anwendung der Schraube bei herausnehmbaren kieferorthopädischen Geräten	1
1.2. Zur historischen Entwicklung der Schraube in der Kieferorthopädie	3
2. Zur Technik der Schraubenelemente	
2.1. Kritische Betrachtung über den Begriff Dehnungsschraube	8
2.2. Das Gewinde - wesentliches Element der Schraube	11
2.3. Anforderungen an kieferorthopädische Schrauben	14
3. Technische Modifikationen von Sonderschrauben mit aktiver Wirkung	
3.1. Schraubenkonstruktionen zur Einzelzahnbewegung	16
3.1.1. Teleskopgeführte Einzelzahnschrauben	17
3.1.2. Einzelzahnschrauben mit Gewindeführung	19
3.1.3. Stiftgeführte Einzelzahnschrauben	21
3.1.4. Sonderformen der Einzelzahnschraube	22
3.2. Schraubenkonstruktionen für besondere Behandlungsziele	
3.2.1. Schrauben zur Parallelverstellung der Plattensegmente in sagittaler Richtung	24
3.2.2. Schrauben zur Parallelverstellung der Plattensegmente in transversaler Richtung	32
3.2.3. Schrauben zur zweidimensionalen Parallelverstellung der Plattensegmente	37
3.2.4. Schrauben zur nicht-parallelen Verstellung der Plattensegmente	41
4. Nachstellschrauben für bimaxilläre Geräte	51
4.1. In der Sagittalen wirkende Nachstellschrauben	54
4.1.1. Frontaler Einbau der Nachstellschraube	56
4.1.2. Lateralen Einbau der Nachstellschraube	62

4.2. Transversal wirkende Nachstellschrauben	
4.2.1. Mediane Trennung des Monoblocks in zwei Segmente	68
4.2.2. Mediane und horizontale Trennung des Monoblocks zur Nachstellbarkeit in einem Kieferngebiet	71
4.2.3. Mediane und horizontale Trennung des Monoblocks zur Nachstellbarkeit in beiden Kieferngebieten	77
4.2.4. Mediane und horizontale Trennung des Monoblocks zur differenzierten Erweiterung der vier Kiefernquadranten (Quadrantenschraube)	80
5. Ergebnis und Diskussion	105
6. Zusammenfassung	112
7. Literaturverzeichnis	113

1. EINLEITUNG UND PROBLEMSTELLUNG

1.1. Zur Anwendung der Schraube in herausnehmbaren kieferorthopädischen Geräten

Struktur und Eigenschaft des desmodontalen Faserapparates ermöglichen dem in Funktion stehenden Zahn eine beschränkte physiologische Beweglichkeit.

Physiologische und damit für den apikalen Bereich unschädliche Zahnbewegungen werden durch sehr kleine, intermittierende Kräfte bewirkt, die von der oralen Muskulatur oder von den Zähnen selbst, während des Kauens, Schluckens und Pressens ausgehen (PICTON, 98;1976).

Therapeutische Zahnbewegungen nutzen diese anatomische Situation. Histologische Untersuchungen über Art und Wirkung der therapeutischen Kraftanwendung in der Kieferorthopädie machten dazu SANDSTEDT 1904 (zit. nach KORKHAUS 72;1939), HAUPL (44;1938) und REITAN (104;1951).

Bei den herausnehmbaren Apparaten in Form von Platten und bimaxillären Geräten werden die Zahnbewegungen gleichfalls durch intermittierende Kräfte ausgelöst (SCHWARZ,131;1947).

Dieser Wirkungsmechanismus auf Parodontalgewebe und Alveolarfortsatz wurde schon von SCHWARZ (130;1931), HÄUPL (44;1938) und ADLER (1;1946) als günstig bezeichnet. Auch neuere Untersuchungen über die Gewebsreaktion im Gingivalbereich bestätigen diese Aussage (GOULDSHIN,42;1982). Dabei weist NORD (93;1930) auf die überschaubare Handhabung der herausnehmbaren Apparaturen ebenso hin, wie auf deren Einsatzmöglichkeit im reduzierten Wechselgebiss. Nicht unwesentlich und heute noch gültig erscheint sein Hinweis auf die kosten-

günstige Herstellung dieser Geräte.

STUTEVILLE (144;1939) betont, daß nicht allein die Größe der angewandten Regulierungskräfte ausschlaggebend sei, sondern unter Berücksichtigung der Periodontalspaltbreite auch die Strecke über die sie wirken.

Damit leisten die eingebauten Schraubenelemente einen wesentlichen Beitrag zur biologischen Wirkungsweise herausnehmbarer Geräte. Besonders die exakte und doch einfache Dosiermöglichkeit der Schraube, im Vergleich zur nicht-geführten Feder, heben Autoren wie NORD (92;1928) und MÜHLEMANN (84; 1951) hervor.

Mit elektronischen Meßverfahren konnte WITT (160;1965) nachweisen, daß trotz der konstanten Hubhöhe der Schraube keine kontinuierliche Kraftwirkung auftritt.

Neben den einfachen Transversalschrauben in verschiedenen Größen, stehen heute der Kieferorthopädie eine Vielzahl von technischen Schraubenmodifikationen für entsprechende Sonderaufgaben zur Verfügung.

Fachbücher stellen aber nur wenige, repräsentative Modelle von Sonderschrauben vor. Einschlägige Veröffentlichungen wiederum berichten ausschließlich über einen bestimmten Schraubentypus.

Durch die vorliegende Arbeit wird deshalb versucht, möglichst umfassend die technischen Modifikationen von Sonderschrauben in Verbindung mit ihren Anwendungsbereichen aufzuzeigen, zu untersuchen und nach unterschiedlichen Konstruktionsprinzipien einzuordnen.

Besondere Berücksichtigung findet in diesem Rahmen eine vom Verfasser neu entwickelte Quadrantenschraube für ein viergeteiltes, bimaxilläres Gerät und eine dazu konstruierte Einbauschablone.

1.2. Zur historischen Entwicklung der Schraube in der Kieferorthopädie

Mit der Einführung der Schraube in die Kieferorthopädie um die Mitte des 19. Jahrhunderts sind nach PFAFF (97;1908) die Namen J. SHANGE und V. CARABELLI verbunden. Zur Zahnbewegung befestigten sie im Jahre 1842 Schrauben und Winden am Außenbogen (Abb.1).

FARRAR (zit. nach PFAFF ,1908), selbst ein bedeutender Forscher auf dem Gebiet der Kieferorthopädie, schreibt dieses Verdienst dem Amerikaner W.H. DWINELLE und dem Engländer CH. GAINÉ zu (Abb. 2 und 3).

Die durch eine Bohrung am Spindelkopf zu aktivierende Schraube nach DWINELLE wurde interessanterweise mit der Spitze in kariösen oder auch künstlich angebrachten Schmelzdefekten verankert und mit Seidenligaturen an benachbarten Zähnen befestigt.

GAINÉ hingegen vulkanisierte eine Rundkopfschraube in die Kautschukplatte ein, um einzelne Zähne nach oral zu bewegen.

Eine sogenannte Jack-screw setzte A. WESCOTT (zit. nach PFAFF, 1908) bei Einzelzahnbewegungen ein. Zur Protrusion der Front ordnete er diese Schrauben auf einer transversal gespannten Apparatur an (Abb. 4).

Mit Halbbändern befestigte E. ANGELL (zit. nach Hoffmann-Axthelm,59;1976) 1860 seine zur Gaumennahterweiterung vorgeschlagene Spannschraube (Abb. 5).

Nach KINGSLEY (zit. nach NORD, 93;1930) war es wiederum DWINELLE, der 1878 zur Erweiterung des gesamten Zahnbogens erstmals eine Jack-screw in einer geteilten Platte verwendete.

1911 stellte BADCOCK (zit. nach IZARD, 61;1950) eine Schraube mit Führungsstift vor, was den Plattensegmenten eine bessere Stabilität verlieh (Abb.6).

NORD (93;1930) setzte 1927 bei seiner Dehnungsplatte eine Transversalschraube ein, die aus Schraubspindel und Gewindehülse zusammengesetzt war (Abb.7). Die Aktivierung erfolgte durch 360°-Drehung um die Spindelachse. Bemerkenswert ist, daß bei der ersten von NORD angegebenen Schraube keine Führungsstifte zur Stabilisierung der Plattensegmente vorgesehen waren.

Nach IZARD (61;1950) waren es TISCHLER 1930, KARP 1934 und FISCHER, welche geführte Transversalschrauben entwickelten, die den heute verwendeten Formen in Stabilität und Dosiermöglichkeit nur wenig nachstehen (Abb. 8,9,10).

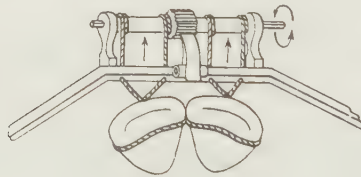


Abb. 1: Apparatur nach CARABELLI 1842 (nach IZARD, 61;1950)



Abb. 2: Jack-screw nach DWINELLE 1848 (nach PFAFF, 97;1908)

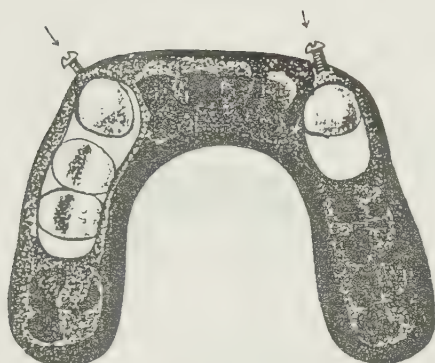


Abb. 3: Kautschukplatte mit Rundkopfschraube nach GAINÉ
(nach PFAFF, 97;1908)

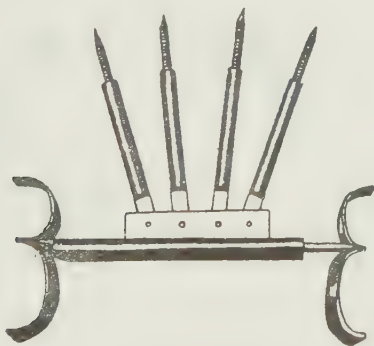


Abb. 4: Fächerförmig angeordnete Jack-screws nach WESCOTT 1859
(nach PFAFF, 97;1908)

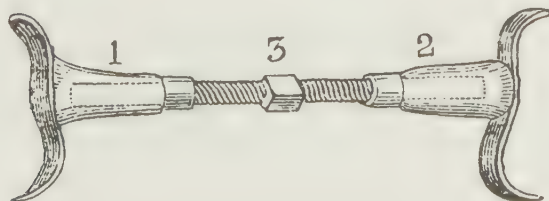


Abb. 5: Spannschraube zur Gaumennahtsprengung nach ANGELL
1860 (nach HOFFMANN-AXTHELM, 59;1976)



Abb. 6: Transversalschraube mit Führungsstift nach BADCOCK 1911
(nach HAYNES, 48;1962)

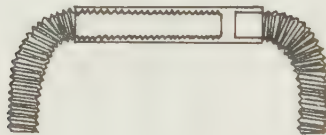


Abb. 7: Eingewindige Transversalschraube nach NORD 1927
(Umzeichnung SCHUHBECK)

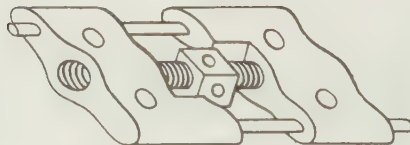


Abb. 8: Doppelt geführte Schraube nach TISCHLER mit beid-
seitigem Feingewinde 1930 (nach IZARD, 61;1950)

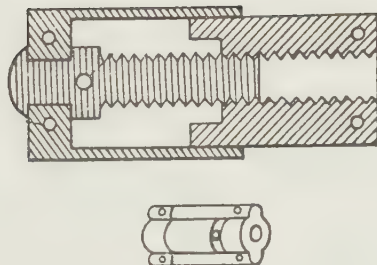
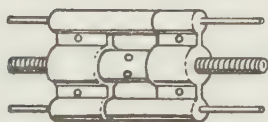
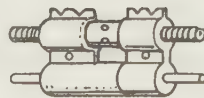


Abb. 9: Gehäusegeführte Schraube nach KARP 1934
(nach IZARD, 61;1950)



a



b

Abb.10: Transversalschrauben nach FISCHER für Oberkiefer (a)
und Unterkiefer (b) (nach RETHMANN, 105;1947)

2. ZUR TECHNIK DER SCHRAUBENELEMENTE

2.1. Kritische Betrachtung über den Begriff Dehnungsschraube

Der wohl aus historischen Gründen vorwiegend kritiklos angewandte Begriff "Dehnungs- oder Dehnschraube", für die bei der kieferorthopädischen Behandlung eingesetzten Schrauben, bedarf in Zusammenhang mit dieser Arbeit einer näheren Untersuchung.

Nach technischer Überlegung ist der Ausdruck Dehnschraube für kieferorthopädische Schrauben sicher ungünstig gewählt.

Der Terminus "Dehnschraube" ist in der Maschinenbautechnik schon von einer grundsätzlich anderen Schraubenart belegt, die mit der in der Kieferorthopädie verwendeten Schraube bis auf das Gewinde keine Gemeinsamkeiten aufweist.

Dies führt zu unklaren Definitionen, wie der Verfasser in Gesprächen mit Fachleuten aus der Maschinenbautechnik feststellte.

Zum einen ist die technische Dehnschraube eine Befestigungsschraube für thermisch und dynamisch stark beanspruchte Verbindungen, wogegen die kieferorthopädische Schraube, wie weiter unten erläutert wird, den Bewegungsschrauben zuzuordnen ist. Zum anderen entspricht die technische Dehnschraube konstruktionsbedingt genau der physikalischen Definition der Dehnung, die als das Verhältnis der Längenänderung eines Körpers zu seiner Ausgangslänge gekennzeichnet ist.

$$\epsilon = \frac{\Delta l}{l}$$

Durch die 10%ige Schaftverjüngung erfährt diese Schraube über das Anzugsdrehmoment eine axiale Dehnung, deren Vor-

spannung auch bei thermischer Beanspruchung den sicheren Halt der Verbindung gewährleistet (Abb.11).

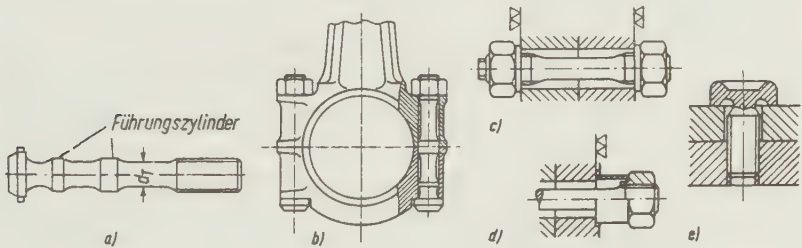


Abb.11: Technische Dehnschrauben und ihre Anwendung
(nach ROLOFF und MATEK, 109;1976)

Diesen unmittelbaren Zusammenhang zu dem Begriff Dehnung zeigt die kieferorthopädische Schraube bekanntlich nicht.

Auch aus biologisch-funktionellen Überlegungen ist es wissenschaftlich nicht exakt, die kieferorthopädische Schraube als Dehnschraube zu bezeichnen.

Mit Ausnahme der Schrauben zur Gaumennahterweiterung und einigen zur kieferchirurgischen Fragmentreposition eingesetzten Schrauben, üben die heute zur kieferorthopädischen Behandlung verwendeten Schrauben durch ihre kleine Gewindesteigung nur eine indirekte Dehnwirkung auf die Kieferknochen aus.

Obwohl eine gewisse Reizwirkung auf den Knochenumbau auch von den der Schleimhaut anliegenden Plattenflächen angenommen werden kann, würde der notwendige Druck, der zur direkten Formbeeinflussung der Kieferknochen notwendig wäre, bei entsprechender Dauer zu einer starken Kompression der Schleimhaut führen. Dies hätte an der Schleimhaut Druckstellen

bis zu Nekroseerscheinungen zur Folge.

Es handelt sich bei der orthodontischen Zahnbewegung vielmehr um Resorptions- und Appositionsvorgänge, ausgelöst durch Spannungsreize auf den desmodontalen Faserapparat (REITAN, 1951).

Bei der unmittelbaren Krafteinwirkung auf das parodontale Gewebe über den Zahn, könnte man allerdings von einem gewissen Dehn- oder Zugeffekt auf einen Teil der Bindegewebsfasern sprechen. Da aber gegenüberliegende desmodontale Faserabschnitte gleichzeitig entspannt werden, ist mit dem Begriff "Dehnschraube" deren funktionelle Wirkungsweise nicht genau genug umschrieben.

Es wird deshalb vorgeschlagen, als Oberbegriff für kieferorthopädische Schrauben den Terminus "Stellschraube" zu verwenden. Denn jede aktiv wirkende Schraube, auch die komplizierteste Konstruktion, hat letztlich "nur" die Aufgabe, Plattensegmente so gegeneinander zu verstellen, daß das kieferorthopädische Gerät wohldefiniert unpassend gemacht wird.

Der Terminus Stellschraube berücksichtigt auch den schon eingeführten Begriff der Nachstellschraube, der für passive Schraubenelemente sinnvoll verwendet wird.

Wenn hier weiterhin von der Dehnungsschraube gesprochen wird, so ist hiermit nicht die technische Klassifikation der Schraube gemeint, sondern der klinische Effekt. Dieser bezieht sich auf die allgemein als Dehnung bezeichnete Erweiterung der Zahnbögen.

2.2. Das Gewinde - wesentliches Element der Schraube

Die kieferorthopädische Schraube ist ihrer Bestimmung nach eine Bewegungsschraube zur Umwandlung von Rotationsbewegung in Axialbewegung zum Zwecke der Krafterzeugung. Des weiteren hat sie die Aufgabe einer Einstellschraube zu übernehmen, die eine wohldefinierte, in kleinen Intervallen verstellbare Position der Plattensegmente zueinander ermöglicht.

Das Gewinde als wesentliches Schraubenelement ist, der technischen Definition entsprechend, eine profilierte Einkerbung, die längs einer um einen Zylinder gewundenen Schraubenlinie verläuft (Abb.12).

Der Steigungswinkel des Gewindes folgt der Beziehung:

$$\tan \varphi = \frac{p}{d_2 \cdot \pi}$$

p = Gewindesteigung in mm (entspricht der Axialverschiebung bei einer 360° Drehung)

d_2 = Flankendurchmesser in mm

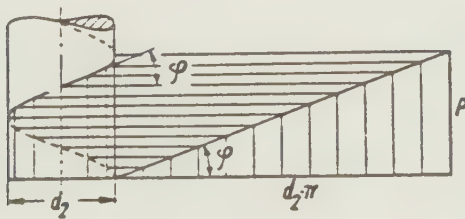


Abb. 12: Entstehung der Schraubenlinie
(nach ROLOFF und MATEK, 109;1976)

Mit einigen Ausnahmen, ist die Gewindesteigung p bei den kieferorthopädischen Schrauben auf einen Wert von 0,35 bis 0,40 mm ausgelegt. Dies entspricht einer als Hub bezeichneten Axialverschiebung von ca. 0,1 mm pro 90° Drehung.

Die Art des Gewindes wird durch die Profilform (Abb.13), die Steigung, die Gangzahl (ein- und mehrgängig) und den Windungsinn der Schraubenlinie (rechts- und linksgängig) bestimmt.

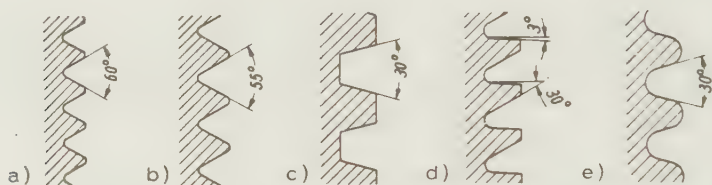


Abb. 13: Profilformen der gebräuchlichsten Gewinde

- a) metrisches Feingewinde, b) Withworth-Rohrgewinde
- c) Trapezgewinde, d) Sägewinde, e) Rundgewinde
- (nach ROLOFF und MATEK, 109;1976)

Für kieferorthopädische Schrauben kommen ausschließlich eingängige, metrische Feingewinde zur Anwendung (Abb. 13a). Diese Gewindeart verbindet eine geringe Gewindesteigung p für kurze Axialverschiebungen pro Umdrehung mit entsprechend kleinem Steigungswinkel φ , der eine starke Selbsthemmung der Schraube bewirkt.

Die Selbsthemmung erreicht jedoch nur dann ein ausreichendes Maß, wenn die Spindel gegen einen Widerstand gepreßt wird. Dieser Widerstand für die Spindel ist im Mund aber nur kurze Zeit vorhanden und nimmt mit dem Nachgeben der Zahnreihen ab.

Durch Erhöhung des inneren Reibungswiderstandes der Gewindengänge, wird ein unerwünschter Schraubenrücklauf vermieden.

Dies geschieht durch Stauchung der Gewindematrix (Abb.14) oder durch Aufpressen von zäh-elastischem Kunststoff auf die Spindel. Auch die Kontraktion des die Gewindespindel umgebenden Autopolymerisats erhöht die innere Reibung des Gewindesystems.

SCHEU (118;1966) verstärkte die Reibung der Führungsstifte durch Einpressen von Spannhülsen aus rostfreiem Stahl.

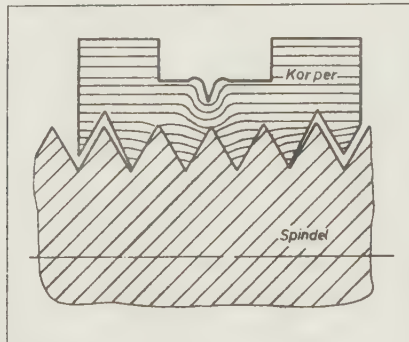


Abb. 14: Prinzip der Gewindestauchung (nach GEIS, 36;1979)

2.3. Anforderungen an kieferorthopädische Schrauben

Die wichtigsten klinischen, technischen und ökonomischen Forderungen, die an eine kieferorthopädische Schraube zu stellen sind, hat STAHL (138;1960) in Anlehnung an die Angaben von RETHMANN (105;1947) und A.M. SCHWARZ folgendermaßen zusammengefaßt:

1. Die Schraube soll als kurzwegig wirkende Kraftquelle durch eine geringe Gewindesteigung der Spindel eine biologisch günstige, sichere und fein dosierbare Kraftanwendung gewährleisten.
2. Nur korrosionsbeständige und gesundheitsunschädliche Materialien dürfen verwendet werden.
3. Der Plattenkunststoff muß die Schraube während der Herstellung gut umfließen können.
4. Das Nachstellen der Schraubenspindel soll einfach und auch dem Patienten möglich sein. Die Spannrichtung der Spindel muß deshalb markiert sein.
5. Die ausgeführten Spindelumdrehungen müssen einfach und sicher überprüft werden können.
6. Spindel und Gewindeteil der Schraube sollen durch Stifte oder Bolzen spielfrei geführt sein, damit die notwendige Stabilität von Schraube und Apparatur sichergestellt ist.
7. Eine stabile und dennoch leicht entfernbare Einbauvorrichtung soll die sichere Position der Schraube während der technischen Herstellung der Apparatur gewährleisten.
8. Ein möglichst einfaches Freilegen des während der Verarbeitung geschützten Spindelkopfes.

9. Die Schraubenspindel soll straff gängig sein, damit ein selbständiges Zurückdrehen der Spindel ausgeschlossen ist.
10. Die Retentionsvorrichtungen am Schraubenkörper müssen eine stabile Verankerung der Schraube im Werkstoff der Apparatur ermöglichen.
11. Die Größe der Schraube soll unter Berücksichtigung der Stabilität auf ein Mindestmaß reduziert sein, um voluminöse Apparate zu vermeiden.
12. Entsprechende Sonderschrauben sind deshalb für die verschiedenartigen Behandlungsaufgaben einzusetzen.
13. Eine möglichst einfache Schraube, ohne unnötige konstruktive Elemente gewährleistet einen ökonomischen Einsatz und trägt zur wirtschaftlichen Behandlung bei.

3. TECHNISCHE MODIFIKATIONEN VON SONDERSCHRAUBEN MIT AKTIVER WIRKUNG

Konstruktionsbedingt liegt die Wirkungsweise einer einfachen kieferorthopädischen Stellschraube in der parallelen Verstellbarkeit zweier Plattensegmente. Mit dieser Grundkonstruktion kann bei geschickter Sägeschnittführung ein sehr großes Indikationsgebiet für herausnehmbare Apparaturen abgedeckt werden.

Der Wunsch nach möglichst graziler Gestaltung der Geräte und die Forderung nach einer speziellen Segmentaufteilung mit teilweise stationärer Verankerung, ließen technische Modifikationen der Stellschraube entstehen, die sehr differenzierte Anwendungen erlauben und die Mitarbeit der überwiegend jungen Patienten unterstützen.

Kennzeichen der im Rahmen dieser Arbeit untersuchten Sonderkonstruktionen sind besonders ausgeführte Retentionsvorrichtungen und Führungselemente, sowie Kombinationen mit Gelenken und Spiralfedern.

3.1. Schraubenkonstruktionen zur Einzelzahnbewegung

Wie im historischen Rückblick erwähnt, waren Einzelzahn-schrauben die erstmals in der Kieferorthopädie verwendeten Schraubenelemente.

Der wesentliche Fortschritt bei den heute angewandten Einzelzahn-schrauben liegt in der Verringerung der Gewindesteigung auf durchschnittlich 0,4 mm pro Umdrehung und der verbesserten Führungs- und Retentionsmöglichkeiten bei kleinen Abmessungen.

Die Bewegung einzelner Zähne mit Plattenapparaturen ist durch eine nicht-reziproke Kraftwirkung gekennzeichnet, da

die nicht bewegten Zähne über den Plattenverbund als stabiles Widerlager im Sinne einer Blockverankerung dienen.

Unterschiedliche Kontaktflächen zwischen Zahn und Schraube kennzeichnen die verschiedenen Konstruktionen der Einzelzahnschrauben. Punktförmige Kontaktflächen aus Metall weisen gegenüber den aus Kunststoff kongruent geformten Berührungsflächen den Nachteil auf, daß sie vom Zahn leicht abgleiten können und in ihrer Kraftrichtung nicht variabel sind. DAUSCH-NEUMANN (20;1969) stellte bei spitzen Kontaktpunkten eine Gefährdung für den Zahnschmelz fest.

Vom Schraubenlauf her können neben zwei Sonderausführungen teleskopgeführte, gewindegeführte und stiftgeführte Einzelzahnschrauben unterschieden werden.

3.1.1. Teleskopgeführte Einzelzahnschrauben

Spindel und Matrizenkörper sind bei der Teleskopführung in ein vorwiegend zylindrisches Gehäuse eingebaut. Bei der Aktivierung schiebt sich der Matrizenkörper aus dem äußeren Gehäuseteil heraus, wobei das entstehende Drehmoment von einer Nut abgefangen wird.

TELESKOPSCHRAUBE NACH GAST

Die röhrenförmige Gewindematritze gleitet bei der Teleskopschraube nach GAST (zit. nach Fa. Dentaforum, 1983) in einer mit Retentionsrauten versehenen Hülse, in der die Spindel drehbar gelagert ist.

Das Ende der Gewindematritze ist kelchförmig ausgeformt und erlaubt, mit Autopolymerisat ausgefüllt, eine der Palatinalfläche des entsprechenden Zahnes kongruente Kontaktflächen-gestaltung.

Ein Stift in der Mitte dieses Retentionsteiles erleichtert die Fixierung der Schraube am Gipsmodell während der technischen Herstellung.

Mit 15,0 mm Einbaulänge liegt der Indikationsbereich dieser aus Edelstahl hergestellten Schraube vorwiegend im Oberkiefer. Bei einer Gewindesteigung von 0,4 mm wird der therapeutische Arbeitshub mit 2,0 mm angegeben.



Abb. 15: Teleskopschraube nach GAST 1957
(Werkbild Fa. DENTAURUM, 1983)

TELESKOPSCHRAUBE NACH PLANAS

Über eine schlitzartige Öffnung im zylindrischen Gehäuseteil der Teleskopschraube nach PLANAS (zit. nach Fa. Dentaureum, I; 1983) erfolgt die Aktivierung der Schraubspindel (Abb. 16). Dabei schiebt sich die mit dem Plattensegment verbundene Schraubenmatritze um 0,3 mm pro Umdrehung aus dem Gehäuse heraus. Bei 4,0 mm Arbeitshub mißt die Edelstahl-Schraube 12,0 mm in der Länge und 3,5 mm im Durchmesser.



Abb. 16: Teleskopschraube nach PLANAS 1960
(Werkbild Fa. DENTAURUM, 1983)

3.1.2. Einzelzahnschrauben mit Gewindeführung

SCHRAUBE NACH MARTINEZ

MARTINEZ (81;1961) beschreibt zur Einzelzahnbewegung eine 4,0 und 6,0 mm lange Spindel mit quadratischem Kopf von 2x2 mm und 3x3 mm. Eine untersichgehende Vertiefung im Schraubenkopf dient der Retention für ein linsenförmig aufgetragenes Autopolymerisat, das dem zu bewegendem Zahn anliegt (Abb.17).

Mit einem entsprechendem Vierkantschlüssel wird die Schraube von der dem Zahn anliegenden Plattenseite her aktiviert. Die Steigung ist auf 0,3 und 0,4 mm abgestimmt. 1/8 Teildrehung ergibt einen Hub von 0,04 und 0,05 mm. Das Muttergewinde bildet der Plattenkunststoff.

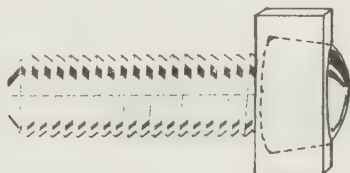


Abb. 17: Schraube nach MARTINEZ 1961, mit Kunststoffeinslage im Spindelkopf
(Umzeichnung SCHUHBECK)

FEDERBOLZENSCHRAUBE NACH RITTER

Elastizität der Feder und Dosierbarkeit der Schraube sind in der 1966 von RITTER (107;1966) angegebenen Federbolzenschraube konstruktiv vereinigt (Abb.18).

TRÄNKMANN (147;1981) spricht hier von einer nachstellbaren Feder. Die auf den Zahn einwirkende Schraubenkraft wird bei dieser Konstruktion durch eine in die Hohlspindel einge-

lassene Feder auf einen beweglichen Druckbolzen übertragen, wobei dessen Spitze konisch oder halbrund ausgeformt sein kann. Der Federweg beträgt ca. 1,2mm.

Die Schraubenführung übernimmt eine mit Retentionen versehene, 3,0 mm lange Gewindematrix aus Neusilber, die mit Hilfe einer Montageschraube in den Plattenkörper einpolymerisiert wird. Sollte die Druckrichtung von vestibulär ausgehen, so stehen glatte Stahlmuttern zur Verfügung, die mit Retentionsdrähten im Plattenkunststoff verankert werden.

Abgestufte Spindellängen von 4,0, 6,0 und 8,0 mm werden angeboten, um den unterschiedlichen Plattenstärken zu entsprechen und die nötige Aktivierungslänge zu gewährleisten. Mit einem Schraubendreher erfolgt die Aktivierung, die 0,35 bis 0,40 mm pro Umdrehung beträgt.



Abb. 18: Federbolzenschraube nach RITTER (107;1966)
(Werkbild Fa. DENTAURUM, 1983)

3.1.3. Stiftgeführte Einzelzahnschrauben

INTI - MICRO - SCHRAUBE

Obwohl die Inti-Micro-Schraube von der Konstruktion her einer konventionellen, doppelt geführten Stellschraube entspricht, soll sie hier wegen ihres Einsatzbereiches und wegen ihrer grazilen Bauart erwähnt werden (Abb.19).

Der im stationären Schraubenteil integrierte Spindelkopf erlaubt eine sehr kurz bauende Ausführung mit 6,5 mm Länge, 5,3 mm Breite und 2,5 mm Dicke. Bei der von der Firma FORESTADENT entwickelten Sonderschraube bildet ein kleines Platten-segment die Berührungsfläche zum Zahn. Diese kongruente Kontaktgestaltung ist günstig und kann durch Beschleifen etwas variiert werden, wodurch sich die auf den Zahn einwirkende Kraftrichtung beeinflussen läßt.

Eine volle Umdrehung entspricht 0,35 mm Hub bei einem maximalen Arbeitsbereich von 2,5 mm.

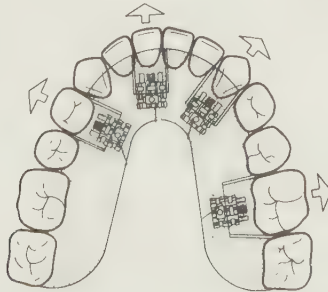


Abb. 19: Inti-Micro-Einzelzahnbewegungsschraube 1985
(Werkbild Fa. FORESTADENT, 1985)

3.1.4. Sonderformen der Einzelzahnschraube

HEBEL - SCHWENK - SCHRAUBE

Zur Aufrichtung lingual gekippter, endständiger Molaren im Unterkiefer, gibt FÖRSTER (25;1978) eine Hebel-Schwenk-Schraube an (Abb.20). Die bukkal gerichtete Rotationsbewegung des Schwenkhebels wird mit einer mesial gelegenen Madenschraube eingestellt und wirkt über das distal gelegene Schwenkplättchen auf den Molaren ein.

Da der bogenförmige Aktivierungsweg nur maximal 1,5 mm beträgt, ist bei stärkeren Kippungen ein häufiger Aus- und Einbau der Hebel-Schwenk-Schraube erforderlich.

Eine Schraubenumdrehung entspricht einem Arbeitshub des nur bedingt beweglichen Schwenkplättchens von 0,5 mm.

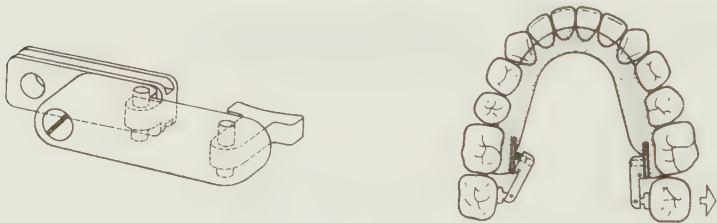


Abb. 20: Hebel-Schwenk-Schraube nach FÖRSTER 1978
(Werkbild Fa. FORESTADENT, 1983)

ROTATIONSSCHRAUBE

Eine von FÖRSTER (26;1981) angegebene Rotationsschraube soll eine "körperliche Drehung von einzelnen Zähnen mit Plattengeräten" ermöglichen (Abb.21).

Nach dem Zahnstangenprinzip arbeitend, können zwei Vierkant-
-Profildrähte individuell über Schraubengetriebe gegeneinan-
der verstellt werden. Entsprechend den gebogenen Profil-
drähten überträgt sich der Druck auf den zu drehenden Zahn.

Die Aktivierung erfolgt mit einem zwölfzackigen Sternschrau-
bendreher, wobei eine 30°-Drehung den Profildraht um ca. 0,2
mm bewegt.

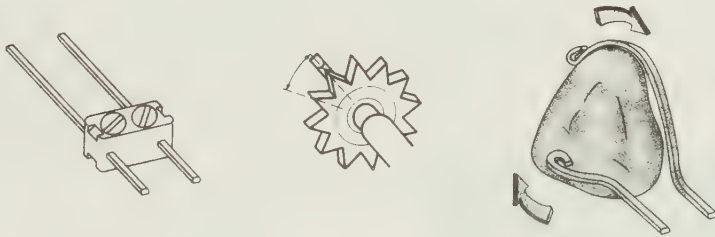


Abb. 21: Rotationsschraube nach FÖRSTER 1981
(Werkbild Fa. FORESTADENT, 1983)

3.2. Schraubenkonstruktionen für besondere Behandlungsziele

Eine Einteilung dieser Sonderschrauben nach ihrer Wirkungsrichtung erscheint am übersichtlichsten und erlaubt folgende Differenzierung:

1. Parallele Segmentverstellung in:
 sagittaler Richtung
 transversaler Richtung
 zweidimensionaler Richtung
2. Nicht-parallele Segmentverstellung

3.2.1. Schrauben zur Parallelverstellung der Plattensegmente in sagittaler Richtung

Wesentliche Maßnahme bei Sagittalbewegungen, zu der auch die Protrusion der Frontzähne gehört, ist die Entkoppelung der Verzahnung durch frontale oder seitliche Aufbisse.

Indikationen für die sagittale Bewegung von Zahngruppen sind Lückenöffnung und Lückenschluß verschiedener Genese, sowie die Verbesserung okklusaler Kontaktbeziehungen im Front- und Seitenzahnbereich.

SAGITTALSCHRAUBE NACH STAHL

Besonders zur Sagittalbewegung im Frontzahnbereich gibt STAHL (138;1960) eine Sektorenschraube mit abgewinkelter Retentionslasche an (Abb.22).

Diese Konstruktion erlaubt wegen ihrer kurzen Bauform einen zur Zahnachse senkrechten Schraubeneinbau bei geringer Plattendicke über dem dorsalen Retentionsteil. Nach STAHL kann

die "Werkstoffumkleidung am mundhöhlenwärtigen Schraubenende ... zugunsten des Raumgewinns so gering gehalten werden, daß die Schraube zum Teil freiliegt". Dies ermöglicht das bei kieferorthopädischen Schrauben erstmals angewandte Prinzip der vertikalen Verankerung.

Die perforierte Retentionslasche ist senkrecht zur Schraubenachse verlängert und sorgt für eine sichere Verankerung im stationären Plattensegment.

Bei 6,7 mm Länge, 6,8 mm Breite und 3,6 mm Dicke der Schraube mißt die Retentionslasche 6,4 mm. Der maximale Hub von 3,0 mm wird mit 0,4 mm pro Umdrehung erreicht.

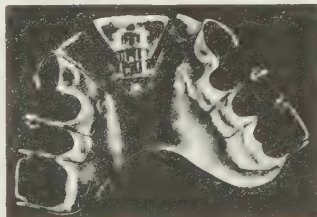


Abb. 22: Sagittalschraube nach STAHL 1960
(Werkbild Fa. RENFERT, 1983)

Von der oben angegebenen Sagittaldehnschraube leitet STAHL (138;1960) eine Modifikation ab, mit "zwei gegenseitig verlaufenden verlängerten Endlaschen"(Abb.23).

Die seitlich liegenden Werkstoffretentionen ermöglichen besonders im Unterkiefer einen zur Medianebene nahezu parallelen Schraubeneinbau. Damit ergibt sich eine günstige Beeinflussung des frontalen Alveolarfortsatzes bei möglichst geringer Behinderung der Zunge.



Abb. 23: Modifikation der Sagitaldehnschraube nach STAHL 1960
(Werkbild Fa. RENFERT)

KOMBINIERTE ZUG UND DRUCKSCHRAUBE NACH HELLER

Bei stationärer Verankerung erlaubt die 1975 von HELLER (49;1985) entwickelte Zug und Druckschraube eine Sagittalbewegung nicht-endständiger Molaren und Prämolaren vorwiegend im Unterkiefer (Abb.24).

Eine eingewindige Stellschraube sitzt schlittenartig verschiebbar auf zwei langen, U-förmig verbundenen Führungsstiften. Dies erlaubt eine individuelle Einstellung lingual des zu bewegenden Zahnes oder der Zahngruppe.

Bukkal von geeigneten Halteelementen, vorwiegend Adamsklammern, gefaßt, und lingual durch ein kleines Plattensegment geführt, erfolgt eine kippungsarme Sagittalbewegung der Zähne.

Die völlige Abkapselung des Gewindelaufs durch eine Zylinderhülse erlaubt den Einbau der HELLER-Schraube mit geöffneter Schraubspindel und damit ihre Verwendung als Zugschraube.

Zur Abdeckung der Spindel beim offenen Einbau steht ein vorgefertigter Platzhalter zur Verfügung.

Diese Sonderschraube ist 25,0 mm lang, 6,4 mm breit und 3,0 mm dick. Pro Umdrehung erfolgt eine Bewegung der Laufmutter um 0,35 mm bei maximalem Hub von 4,5 mm.

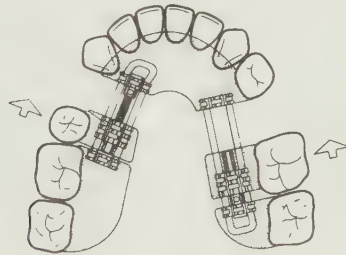


Abb. 24: Kombinierte Zug und Druckschraube nach HELLER 1975
(Werkbild Fa. FORESTADENT, 1983)

REZIPROKE ZUG UND DRUCKSCHRAUBE NACH NARDELLA

Die wesentlichen Merkmale, der von NARDELLA (87;1981) angegebenen Schraube, sind zwei unabhängig voneinander aktivierbare, stationär verankerte Schraubspindeln (Abb.25).

Die beiden Matrizenkörper können selektiv längs zweier U-förmig verbundenen Führungsstifte in mesialer und distaler Richtung bewegt werden.

Zur Anwendung im Ober- oder Unterkiefer, ist diese Schraube sowohl für den Lückenschluß als auch zur Lückenöffnung einsetzbar, wobei die separate Aktivierbarkeit der Matrizenkörper die unterschiedlichen Verankerungswiderstände von

Molaren und Prämolaren berücksichtigt.

Bei 26,0 mm Länge, 6,4 mm Breite und 3,0 mm Dicke, bewirkt eine Spindelumdrehung 0,35 mm Expansion über maximal 4,5 mm.

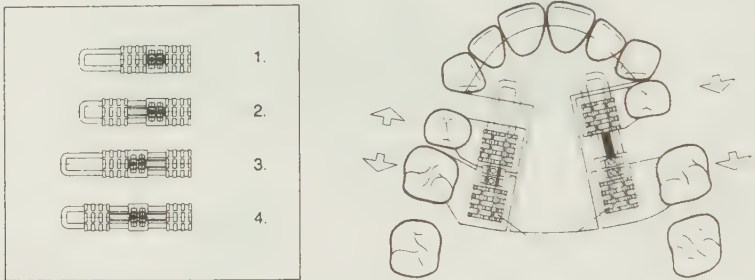


Abb. 25: Reziproke Zug und Druckschraube nach NARDELLA 1981
a) (nach NARDELLA, 87;1981), b) (Werkbild Fa. FORESTADENT, 1983)

Nach Ansicht des Verfassers könnte bei dieser Konstruktion eine laschen- oder drahtförmige Verbindung zwischen Spindelkopfgehäuse und Plattenwerkstoff wesentlich zur Stabilität des Geräts beitragen.

Die Bezeichnung "reziprok" scheint hier nicht ganz angebracht, da zwar eine gegensinnige Bewegung einzelner Zähne ermöglicht wird, die Verankerung der Platte aber möglichst stationär sein soll.

DISTALSCHRAUBE NACH SCHEU

Als besonders geeignet zur Lückenöffnung im Eckzahnbereich, gibt die Firma SCHEU eine Distalschraube an (Abb.26).

Überlegt konstruiert ist hier ein U-förmiger Drahtbügel, der einerseits als Retentionselement für den zu bewegenden Zahn dient, und andererseits als Führungsstift für die nach dem Teleskopsystem arbeitende Schraube.

Diese Anordnung erlaubt eine relativ grazile Plattenform, allerdings gestaltet sich der Biegevorgang des Retentionsdrahtes wegen der anhängenden Schraube etwas umständlich.

Nach dem Steady-Press-System ist das Muttergewinde hergestellt. Dabei wird nach Angabe des Herstellers ein besonders widerstandsfähiger Kunststoff den Spindeln aufgepreßt.

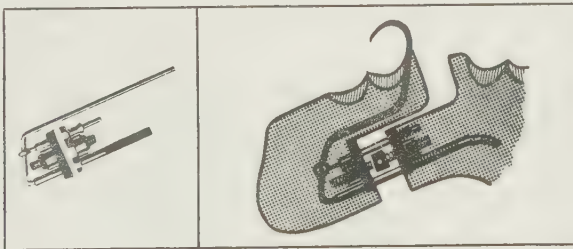


Abb. 26: Distalschraube nach SCHEU
(Werkbild Fa. SCHEU, 1983)

RETRAKTORSCHRAUBE

Zum Lückenschluß im Eckzahn- und Prämolarenbereich entwickelte FÖRSTER (28;1984) die Retraktorschraube (Abb.27).

Eine doppelt geführte Laufmutter mit aufgelasertem Retentionsdraht bewegt sich schlittenartig auf der beidseitig gelagerten Schraubspindel. Der Retentionsdraht soll den zu bewegend Zahn möglichst in Höhe der Gingiva umfassen. Nach SCHIENBEIN (123;1985) eignet sich die Retraktorschraube für eine kippungsarme Zahnbewegung.

Für die linke und rechte Kieferhälfte sind zwei symmetrische Ausführungen vorgesehen, deren Laufmutter bei maximalem Hub von 3,0 mm pro Umdrehung um 0,35 mm verstellt wird. Die Abmessungen betragen: Länge 11,0 mm, Breite 4,7 mm, Dicke 2,5 mm.

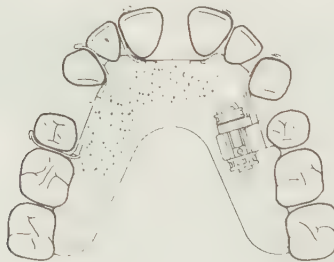


Abb. 27: Retraktorschraube nach FÖRSTER 1984
(Werkbild Fa. FORESTADENT, 1984)

DIASTEMASCHRAUBE

Für Patienten, bei denen ein selbständiger Lückenschluß im Frontzahnbereich nicht erwartet werden kann, bietet die Firma FORESTADENT eine Diastemaschraube an (Abb.28).

Auf der zweigewindigen Schraubspindel bewegen sich zwei doppelt geführte Laufmuttern in Richtung Spindelkopf aufeinander zu. Die mit den Laufmuttern verschweißten Retentionsdrähte werden gingivanah um die zu bewegendenden Zähne gebogen und übertragen so den median gerichteten Schraubendruck.

FÖRSTER (27;1982) sieht den Anwendungsbereich der Diastemaschraube auch im Seitenzahnbereich gegeben und weist bei medianer Ausgangsstellung der Laufmuttern auf die Möglichkeit der Lückenöffnung hin.

Um 0,7 mm verringert sich der Abstand der Laufmuttern pro Umdrehung und mit 13,0 mm Länge, 5,2 mm Breite und 2,5 mm Dicke ist die Schraube relativ grazil.

Berücksichtigt man die von LIEB (78;1969) angesprochene Problematik des körperlichen Lückenschlusses im oberen Frontzahnbereich, scheint es günstig, die Schraubenkräfte mit einem Vierkantdraht auf zementierte Brackets zu übertragen.

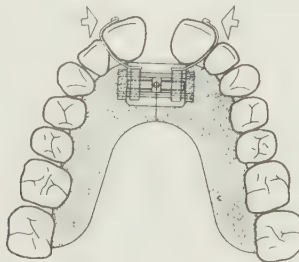


Abb. 28: Diastemaschraube nach FÖRSTER 1982
(Werkbild Fa. FORESTADENT, 1983)

3.2.2. Schrauben zur Parallelverstellung der Plattensegmente in transversaler Richtung

Auch für die parallele Segmentverstellung in transversaler Richtung, bei Plattengeräten Hauptindikationsgebiet der konventionellen Transversalschraube, finden sich Sonderkonstruktionen.

FEDERDEHNSCHRAUBE NACH HAUSSER

Bei der 1950 von HAUSSER (zit. nach Fa. DENTAURUM, I; 1983) entwickelten Federdehnschraube wird der intermittierend wirkende Schraubendruck durch temporär begrenzt einwirkende, kontinuierliche Federkräfte ergänzt.

Zwei sich an der Gehäusewand abstützende Spiralfedern umgreifen die von der Doppelspindel bewegten Muttern und übertragen so den Schraubendruck (Abb. 29). Nach HAUSSER (45; 1969) ist die Federwirkung auf eine Strecke von 1,5 mm begrenzt, unabhängig vom Öffnungsgrad der Schraube.

Da mit 0,2 mm bei 1/4 Spindelumdrehung nur eine geringe Erweiterung der Platte stattfindet, dürften kontinuierlich wirkende Kräfte nur kurzfristig zur Wirkung gelangen (CAMPOS, 16; 1969).

Beim Einfügen der Platte erscheint diese von der Firma DENTAURUM hergestellte Konstruktion jedoch durch ihre Federwirkung vorteilhaft und für den Patienten komfortabel.

Mit 11,0 mm Länge, 8,5 mm Breite und 3,3 mm Dicke, weist die Federdehnschraube eine maximale Expansion von 4,0 mm auf.

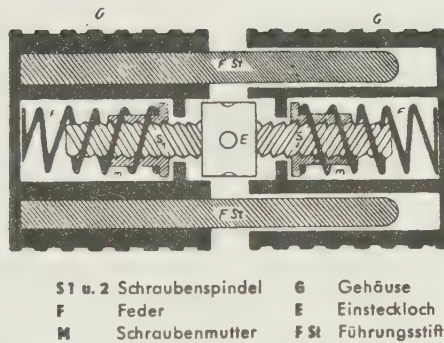


Abb. 29: Federdehnschraube nach HAUSSER 1950
(nach CAMPOS, 10;1969)

HYRAXSCHRAUBE NACH BIEDERMANN

Die Gaumennahterweiterung erfordert Schrauben mit besonders großem Arbeitshub und robuster Ausführung.

Bei der Hyraxschraube nach BIEDERMANN (Zit. nach TIMMS, 145; 1981) verbinden vier Retentionsfortsätze, die parallel zur Schraubenachse angeordnet sind, die Schraube mit den verblockten Bändern an Prämolaren und Molaren (Abb.30).

BIEDERMANN empfiehlt, unmittelbar nach dem Einsetzen der Apparatur eine volle Umdrehung zu aktivieren, was einer Transversalbewegung von 0,9 mm entspricht.

Bei 11,0 mm Einbaulänge beträgt die maximale Expansion der Schraube 7,0 mm.

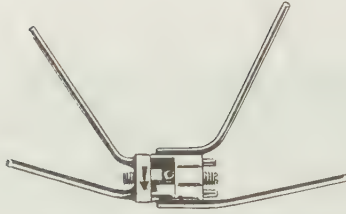


Abb. 30: Hyraxschraube nach BIEDERMANN 1976
(Werkbild Fa. DENTAURUM, 1983)

PALATINAL SPLITSCHRAUBE NACH ELBEL

Von Konstruktion und Wirkungsweise her der Hyraxschraube nach BIEDERMANN gleich, ordnet ELBEL (22;1982) bei seiner Palatinal Splitschraube die Retentionsfortsätze senkrecht zur Schraubenachse an. Die schraubennahe Biegung erfolgt somit in sagittal-okklusaler Richtung. Der dadurch entstehende Raumgewinn erlaubt eine etwas tiefere Position der Schraube im Gaumengewölbe (Abb.31).

Bei 13,0 mm Gehäuselänge ist eine maximale Expansion von 10,0 mm möglich. Eine ganze Umdrehung ergibt eine Transversalbewegung von 0,8 mm.

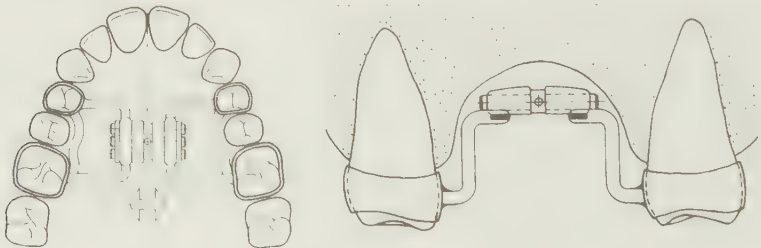


Abb. 31: Palatinal Splitschraube nach ELBEL 1982
(Werkbild Fa. FORESTADENT 1984)

RILO I + II NACH LOHNER

Die von LOHNER (80;1983) entwickelten Spezialschrauben Rilo I und Rilo II erlauben durch ihre beweglichen Retentionsfortsätze eine Aufteilung der Oberkieferplatte in drei beziehungsweise vier Segmente (Abb. 32).

Die beweglichen Fortsätze ermöglichen darüberhinaus eine günstige Anpassung der Schraube an die Kontur des Oberkiefers. Zur stabilen Fixierung der gelenkigen Verbindung im Kunststoff sind die Überlappungen der Retentionselemente im Gelenkbereich relativ lange ausgebildet.

Folgende Meßwerte konnten ermittelt werden: Länge 29,0 mm (Rilo II 34,0 mm), Breite 18,5 mm, Dicke 3,9 mm. Bei 0,8 mm Expansion pro Umdrehung wird ein maximaler Hub von 7,0 mm erreicht.

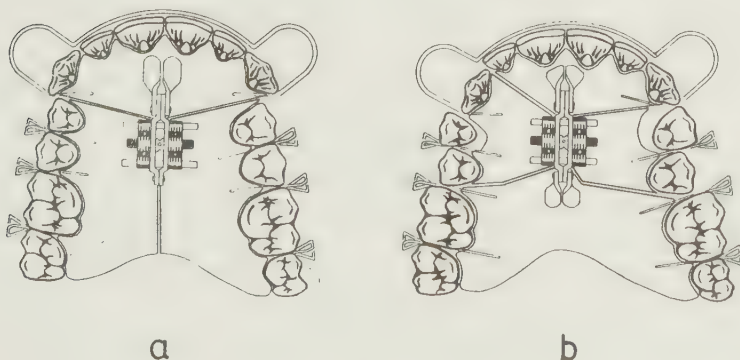


Abb. 32: a) Rilo I und b) Rilo II nach LOHNER 1983
(Werkbild Fa. Michel + Cie AG, 1983)

DOPPELVORSCHUBPLATTENSYSTEM NACH SANDER

Zur vereinfachten und stabileren Herstellung von Vorschubdoppelplatten, verlagert SANDER (115;1984) die von MÜLLER (85;1962) angegebenen Führungssporne unmittelbar an die Transversalschraube. Diese übernehmen zugleich die Retention der Oberkieferschraube (Abb.33).

Eine günstige Gleitbahn für die Dorne im anterioren Bereich der Unterkieferplatte wird mit 55° - 70° zur Okklusionsebene angegeben und läßt sich mit einer schwenkbaren Montageplatte auf der unteren Schraubenhalterung ausformen.

Die aus V₂A -Stahl gefertigte Oberkieferschraube erlaubt eine maximale Expansion von 10,0 mm bei einer Axialbewegung von 0,8 mm pro Umdrehung.

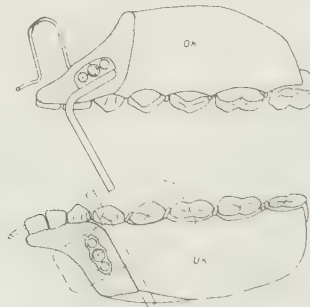


Abb. 33: Doppelvorschubplattensystem nach SANDER 1983
(Werkbild Fa. FORESTADENT, 1984)

3.2.3. Schrauben zur zweidimensionalen Parallelverstellung der Plattensegmente

Therapeutisch bisweilen erwünscht ist die Sagittalbewegung der Front bei gleichzeitiger transversaler Erweiterung der Zahnreihen.

Zweidimensional wirkende Schraubenkonstruktionen erleichtern die technische Herstellung von Plattengeräten für dieses Aufgabengebiet.

MEHRSEKTORENSCHRAUBE NACH BERTONI

Bei der von BERTONI (zit. nach Fa. DENTAURUM, I; 1983) entworfenen Schraube hat ein zentraler Schraubenkörper drei in einer Ebene angeordnete Schraubenspindeln, die ihrerseits entsprechende Matritzenkörper in sagittaler und transversaler Richtung bewegen (Abb. 34).

Die Transversalbewegung kann je nach Ausführung mit einer durchgehenden Spindel oder mit zwei individuell einstellbaren Spindeln erfolgen.

Bedingt durch die 17,0 mm in Länge und Breite messenden Mehrsektorenschrauben entstehen relativ voluminöse Plattenapparaturen, da eine senkrechte Ausrichtung der sagittalen Spindelachse auf die palatinalen Flächen der Frontzähne erforderlich ist.



Abb. 34: Mehrsektorenschraube nach BERTONI 1958
(Werkbild DENTAURUM, 1983)

MEHRSEKTORENSCHRAUBE NACH STEINER

STEINER (Zit. nach Fa. DENTAURUM, I; 1983) verbindet über individuell verformbare Drahtstege eine Transversalschraube mit einer Sagittalschraube (Abb. 35)

Er erreicht damit eine bessere Anpassungsmöglichkeit der Schraube an das Gaumengewölbe in der Sagittalebene. Dies ermöglicht eine grazilere Plattengestaltung.

Bis zu 4,0 mm können die einzelnen Segmente mit der 18,0 mm breiten Schraube verstellt werden. Dabei entspricht eine Umdrehung einer Axialbewegung der Sektoren von 0,35 mm.

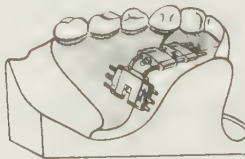


Abb. 35: Mehrsektorenschraube nach STEINER 1978
(Werkbild Fa. DENTAURUM, 1983)

BERTONI ANATOMIC NC

Ebenfalls der grazileren Plattengestaltung dient die von der Firma FORESTADENT angegebene Modifikation der Mehrsektorenschraube (Abb.36).

Die aus V₂A-Stahl gefertigte Schraube weist eine Winklung des zentralen Schraubenkörpers auf und erlaubt bei senkrechter Ausrichtung der Sagittalspindel auf die Frontzahnachse eine geringere Einengung des Zungenraums.

Bei 13,0 mm Breite beträgt der Arbeitshub der einzelnen Spindeln 3,0 mm. Eine Umdrehung bewirkt 0,4 mm Axialverstellung.

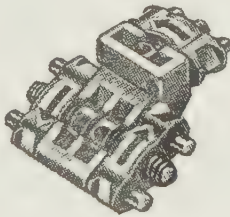


Abb. 36: Bertoni Anatomic N.C. 1984
(Werkbild Fa. FORESTADENT, 1984)

MEHRSEKTORENSCHRAUBE NACH BEUTELSPACHER

Vorwiegend für den Unterkiefer entwickelt, erlaubt die Mehrsektorenschraube nach BEUTELSPACHER (11;1977) bei transversaler Verstellbarkeit die gleichzeitige Sagittalbewegung von zwei frontalen Segmenten (Abb.37).

Auf dem verlängerten oberen Führungsstift der 17,0 mm langen Transversalschraube befindet sich, vertikal drehbar gelagert,

auf jeder Seite eine Micro-Protrusionsschraube. Durch seitliches Verschieben ist eine horizontale Einstellung der Microschrauben ebenfalls möglich.

Nach dem Trennen der Platte entstehen vier individuell verstellbare Segmente, die in der Sagittalen einen Verstellbereich von 2,5 mm, in der Transversalen 3,5 mm aufweisen. Die Expansion beträgt pro Umdrehung 0,35 mm beziehungsweise 0,7 mm.



Abb. 37: Mehrsektorenschraube nach BEUTELSPACHER 1977
(Werkbild Fa. FORESTADENT, 1983)

3.2.4. Schrauben zur nicht-parallelen Verstellung der Platten-segmente

Mit den oben beschriebenen und untersuchten, transversal wirkenden Schraubenmodifikationen sind wegen ihrer Parallelführung überwiegend symmetrische Abweichungen der Zahnreihe zu therapieren. Häufig bedarf es aber einer unterschiedlichen transversalen Erweiterung des anterioren und des posterioren Bereiches.

Obwohl auch für diese Indikation von CSONTOS (18;1961) besondere Plattenkonstruktionen angegeben werden, die eine Verwendung parallelgeführter Transversalschrauben erlauben, weisen die zur nicht-parallelen Plattenöffnung angegebenen Sonderschrauben - zumindest in technischer Hinsicht - Vorteile auf.

Kennzeichen dieser Sonderschrauben sind bis zu vier scharnierartige Vorrichtungen, welche die Platte in der Horizontalebene um mindestens ein Rotationszentrum führen.

Überlegungen zur Funktion und Wirkungsweise der Scharnierschraube

Da bei allen untersuchten Scharnierschrauben das Rotationszentrum innerhalb der Zahnreihen liegt, ist bei ihrer Anwendung zu beachten, daß neben der transversalen Komponente auch eine distal gerichtete Kraft auftritt. Letztere umso mehr, je näher der Zahn am Drehpunkt der Platte liegt. Dorsal vom Rotationszentrum gelegene Plattenanteile bewegen sich nach median (Abb.38).

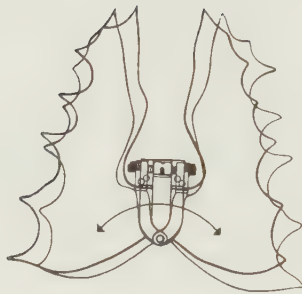


Abb. 38: Bewegung der Scharnierplatte, dargestellt an einer Schwenkschraube der Firma RENFERT

Mit einigen Ausnahmen (Scharnierschrauben der Firmen DENTAURUM und FORESTADENT) überragen bei sämtlichen untersuchten, asymmetrisch wirkenden Schrauben, die Gewindespindeln den drehbar gelagerten Matritzenkörper nach lateral. Dies wird gemacht, um den erforderlichen Arbeitshub zu erreichen - birgt aber die Gefahr einer Verspannung der Gewindespindeln beim Auswinkeln der Plattenteile.

Umso ungünstiger macht sich dies bemerkbar, je weiter geöffnet wird, je länger die Spindel übersteht und je kürzer der Spindelabstand vom Rotationszentrum ist. Abbildung 39 soll dies verdeutlichen.

Bei einem Öffnungswinkel von beispielsweise 10° entsteht wegen der unterschiedlichen Bewegungsrichtung von Schraube (linear in Richtung Rotationszentrum) und Platte (bogenförmig um das Rotationszentrum) der schraffiert gezeichnete Klemmsektor.

Es wird deshalb empfohlen, entweder den horizontal drehbaren Matrizenkörper groß genug zu machen, damit die Spindel nur gering übersteht, oder die Spindel mit elastischem Material zu umkleiden.

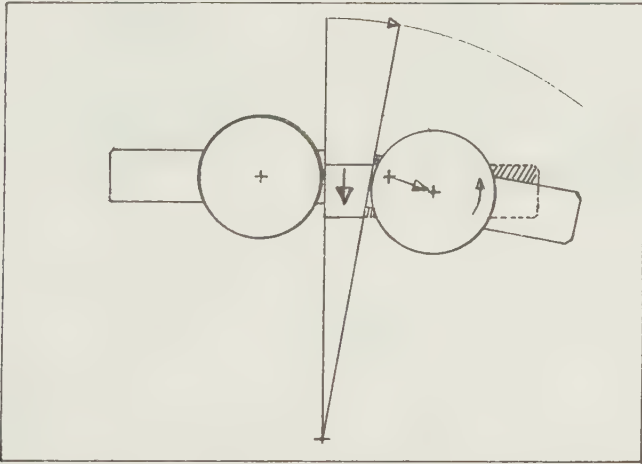


Abb. 39: Konstruierte Darstellung des Klemmsektors (schraffiert) bei Gelenkschrauben mit überstehenden Spindeln. Links: Ausgangsstellung - rechts: Öffnungsbe-
wegung (Umzeichnung SCHUHBECK)

EXPANSIONSTREIFEN NACH GERBRANDS

Mit dem Ziel, ein möglichst flaches Verstellelement für asymmetrische Erweiterungen einzusetzen, entwickelte GERBRANDS (37;1958) den Expansionsstreifen. (Abb.40).

Ein mit Retentionen versehener, gebogener Metallstreifen wird nach dem Getriebeprinzip aus einem flachen Gehäuse herausgeschoben. Die Platte wird dabei zwischen Gehäuse und Metallstreifen geteilt.

Je nach Einbaulage des Expansionsstreifens ist eine anteriore oder posteriore Erweiterung der Zahnreihen möglich.

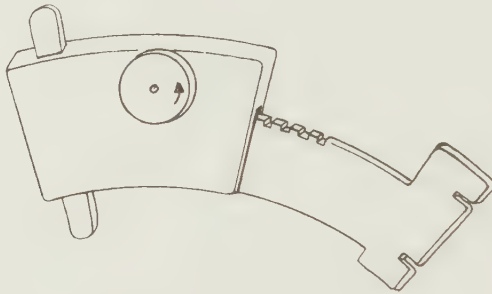


Abb. 40: Expansionsstreifen nach GERBRANDS 1958
(Umzeichnung SCHUHBECK)

ZWEIGETEILTE SCHARNIERSCHRAUBE

Die aus zwei getrennten Teilen bestehende Stellvorrichtung erlaubt es, durch Variation des Abstandes von Spindel und Gelenk, den Öffnungswinkel pro Spindelumdrehung zu beeinflussen.

Beim Einbau, der gewisse Aufmerksamkeit erfordert, ist darauf zu achten, daß die Gelenkachsen möglichst parallel stehen.

Von der Firma DENTAURUM wird eine 12,0 mm lange, 4,0 mm dicke Schraube angeboten, die im Spindelbereich um 7,0 mm erweiterbar ist. Dazu ist zu bemerken, daß $1/4$ Umdrehung im Spindelbereich 0,2 mm entspricht, die Spaltöffnung im Frontbereich aber, je nach Abstand vom Rotationszentrum, bedeutend größer ist.



Abb. 41: Scharnierschraube (Werkbild Fa. DENTAURUM, 1983)

FÄCHERSCHRAUBE

Technisch einfacher einzubauen als Scharnierschrauben sind die Fächerschrauben, bei denen Spindel und Gelenk über einen Retentionskörper verbunden sind (Abb.42).

Der durchschnittliche Öffnungswinkel beträgt bei einem Spindel-Gelenkabstand von 15,0 mm pro Umdrehung (0,8 mm) ca. 3° .

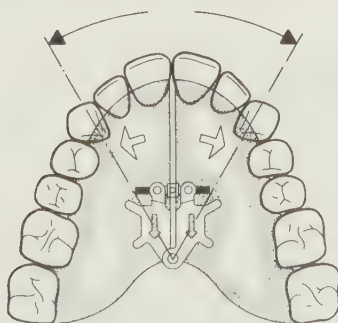


Abb. 42: Fächerschraube (Werkbild Fa. FORESTADENT, 1983)

UNTERKIEFER-BOGENSCHRAUBE NACH MÜLLER

Die Bogenschraube nach Müller (86;1965) besteht aus einer zweigewindigen Schraubspindel, die in zwei zylindrischen, mit Drehachsen versehenen Schraubspindeln läuft (Abb.43).

Die bogenförmige Führung der Plattensegmente übernimmt ein gekrümmter Bügel oder gebogene Führungsstifte, die frontal der Schraube frei im Werkstoff liegen. Sie sind zum Einbau durch eine Montagehalterung mit der Schraubspindel verbunden.

Bei den untersuchten Schrauben liegt das Rotationszentrum 45,0 mm dorsal vom Führungsbügel.

GRABER und NEUMANN (39;1977) weisen darauf hin, daß beim Aktivieren der Schraube eine sagittale (nach distal gerichtete) Kraftkomponente zum Abweichen der Halteelemente führt, die demzufolge ständig nachkontrolliert werden müssen.

Dies ist umso beachtenswerter, als WITT (160;1965) beim Aktivieren von Halteelementen Dauerkräfte bis zu 200 p registrieren konnte.

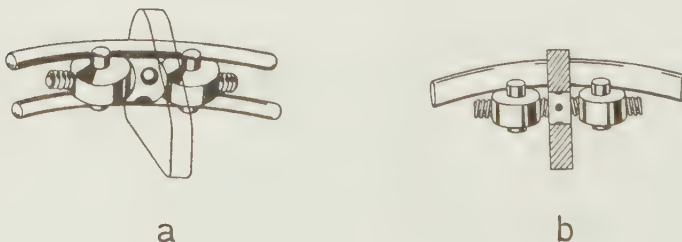


Abb. 43: Unterkiefer-Bogenschraube nach MÜLLER 1965
a) (Werkbild Fa. LEONE, 1985)
b) (Werkbild Fa. DENTAURUM, 1983)

POSTERIOR DEHNSCHRAUBE

Die von der Firma FORESTADENT angegebene Posterior Dehnschraube erlaubt bei sehr raumsparender Konstruktion eine transversale Erweiterung überwiegend im posterioren Bereich (Abb. 44).

Eine in der Medianebene liegende Madenschraube wirkt nach dem Hebelprinzip auf zwei drehbar gelagerte Schwenkarme ein. Die von frontal zu aktivierende Stellschraube läßt das Ende der Schwenkarme pro Umdrehung um 2,5 mm auseinanderweichen. Ein Schraubendreher mit zwölf sternartigen Spitzen erlaubt 1/12 Drehungen.

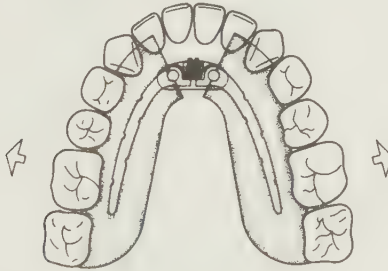


Abb. 44: Posterior Dehnschraube 1979
(Werkbild Fa. FORESTADENT, 1983)

PALATINAL-LINGUAL-ZUGSCHRAUBE NACH LEHMKÖSTER

Ebenfalls nach dem Hebelprinzip arbeitet die 1982 von LEHMKÖSTER (77;1983) angegebene Zugschraube (Abb.45).

Sie dient der Palatinal- und Lingualbewegung posteriorer Plattenabschnitte. Als Indikation wird auch die Kreuzbissbehandlung angegeben.

Eine Madenschraube wird von dorsal aktiviert und führt zu einer konvergierenden Bewegung der Schwenkarme.

Durch die bogenförmige Bewegung der Retentionsarme erfolgt konstruktionsbedingt bis zum Bereich der Canini eine transversale Erweiterung. Um diese unerwünschte Druckwirkung zu vermeiden, darf der Plattenkörper nicht an Front- und Eckzähnen anliegen.

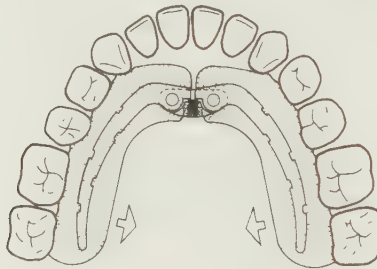


Abb. 45: Palatinal-Lingual-Zugschraube nach LEHMKÖSTER 1982
(Werkbild Fa. FORESTADENT, 1983)

VARIABLE TRANSVERSALE FÄCHERSCHRAUBE NACH NARDELLA

Zur individuellen Transversalerweiterung im anterioren und posterioren Bereich des Oberkiefers gibt NARDELLA (88;1982) eine zwispindelige Fächerschraube an (Abb.46).

Die parallel angeordneten Spindeln wirken auf je zwei horizontal drehbare Matrizenkörper ein, die über einen flachen Schraubenkörper verbunden sind.

Nach NARDELLA "scheint die alternierende Drehung mit einer Verbesserung der Verankerung einherzugehen."

Die Länge der Schraube beträgt 17,2 mm die größte Breite 17,0 mm bei einer Dicke von 3,0 mm.

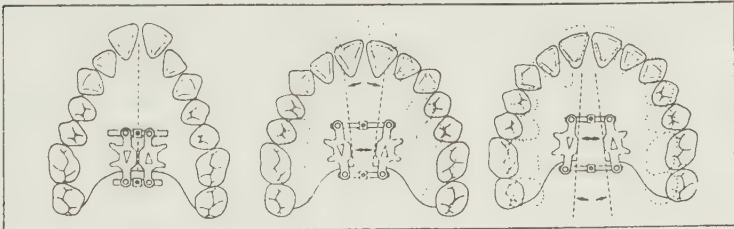


Abb. 46: Variable transversale Fächerschraube nach NARDELLA
(Werkbild Fa. PEDRAZZINI, 1982)

Gleiche Funktion zeigt die wesentlich früher angegebene Sonderschraube nach P. v. Iperen (Abb. 47).



Abb. 47: Anterior-Posterior Schwenkschraube nach IPEREN
(nach KHAWARI, 69;1968)

STEADY-BÜGEL NACH SCHEU

Gegenüber einem Rotationszentrum im Bereich der Medianebene bei den besprochenen Schraubenmodifikationen, weist das von SCHEU (119;1966) entwickelte Steady-Bügel System zwei

Rotationszentren auf, die etwas oral von den ersten Molaren liegen.

Dies hat den wesentlichen Vorteil, daß eine Distalrotation der Molaren vermieden wird und darüberhinaus eine oft vorteilhafte, leicht protrusive Komponente erzielt wird.

SCHEU kombiniert hier einen Bügel, dessen distal hochgebogene Fortsätze als Gelenkachse im Kunststoff verankert werden, mit einer Transversalschraube nach dem Steady-Press System.

4. NACHSTELLSCHRAUBEN FÜR BIMAXILLÄRE GERÄTE

Den funktionskieferorthopädischen Geräten wird von ANDRESEN und HÄUPL (3;1957), ASCHER (7;1968), SCHMUTH (126;1983), RAKOSI (103;1984) und anderen, eine sehr günstige Wirkungsweise auf Zähne und Kieferkörper zugeschrieben.

Besonders der 1909 von ANDRESEN entwickelte Aktivator - dem Monobloc von P. ROBIN und F. WATRY verwandt - bewährt sich in seinen Modifikationen als zuverlässiges Instrument bei der Behandlung von pathologischen Bißlageveränderungen.

Erfahrungsgemäß bereitet es allerdings gewisse Schwierigkeiten, die funktionskieferorthopädischen Geräte an den Behandlungsverlauf anzupassen. Beschrieben werden Methoden wie das Aufbringen von weißer Guttapercha oder von Autopolymerisat auf die mit den Oralflächen der Zähne korrespondierenden Geräteabschnitte.

Eine gesteigerte und einfachere Anpassungsmöglichkeit an den Behandlungsfortschritt stellt der Einbau einer Nachstellschraube in das bimaxilläre Gerät dar (HÄUPL, 44;1938).

Der Begriff Nachstellschraube soll besonders hervorgehoben werden, da im Unterschied zur Wirkung der aktiven Schraubenelemente, der gewebliche Umbau im Bereich der Alveolarfortsätze ausschließlich durch funktionelle Reize ausgelöst werden soll, hervorgerufen durch die Zungen-, Wangen- und Lippenmuskulatur.

Die Nachstellintervalle der Schraubenelemente in funktionskieferorthopädischen Apparaten sind entsprechend ihrer Indikation auf etwa vier Wochen ausgedehnt und entfernen die Segmente um durchschnittlich 0,2 mm voneinander.

Zu vermeiden ist ein Verklemmen der nachgestellten Apparatur im Ober- oder Unterkiefer, da hierdurch die Wirkung der Apparatur aufgehoben ist.

Schraubenelemente im bimaxillären Gerät verstellen im Wesentlichen einzelne Segmente oder Sektoren derart zueinander, daß eine wohldefinierte Formveränderung des Gerätes stattfindet, die neue funktionelle Reize auf die umgebenden Zahnreihen, Alveolarfortsätze und Kiefergelenke ausübt.

Um das erforderliche Reizmuster auszulösen, sind bei gegebener Grundform des Geräts besondere Schraubenanordnungen und Retentionsformen erforderlich, deren technische Modifikationen aufgezeigt und untersucht werden sollen.

Eine vom Verfasser entwickelte Quadrantenschraube wird hier erstmals vorgestellt und mit der erforderlichen Einbauschablone eingehend beschrieben.

Als konstruktiver Vorläufer der funktionskieferorthopädischen Geräte wird von ROBIN (108;1902) ein bimaxilläres Gerät beschrieben, das SAUVEZ (zit. nach SCHULZE, 128;1981) "monobloc dilateur" nannte.

Wie aus der Abbildung 48 hervorgeht, entspricht der nicht-skelettierte Aktivator hinsichtlich der äußeren Form weitgehend dem Monobloc von ROBIN. Als wesentlichen Unterschied, weist der durch ANDRESEN und HÄUPL (3;1957) bekanntgewordene Aktivator aber einen durch den Konstruktionsbiß erhöhten Inter-alveolarabstand auf.

Bis zu fünf zweigewindige Schraubenelemente ordnete ROBIN in Höhe der Kauebene an, um aktive Kräfte auf die Zahnreihen zu übertragen.

ROBIN stellte die Schrauben in der Weise nach, daß sich der Monobloc in der oberen Zahnreihe verklemmte, wobei die Wirkung auf den Unterkiefer nur in habitueller Schlußbißstellung stattfand. Beides sind Vorgänge, die mit den Prinzipien der Funktionskieferorthopädie noch keine Gemeinsamkeiten aufweisen.

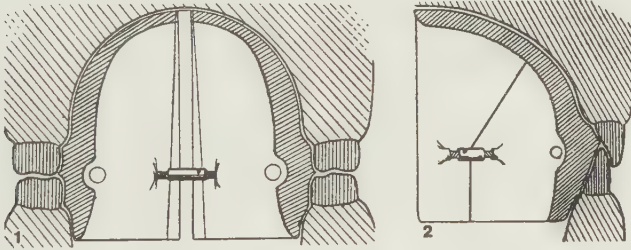


Abb. 48: Monobloc nach ROBIN (108;1902)

4.1. In der Sagittalen wirkende Nachstellschrauben

Die Korrektur der Bißlage als therapeutisches Ziel bei Anomalien des progenen Formenkreises ist abhängig von der Wirksamkeit entsprechender kieferorthopädischer Geräte. Da bei den meisten progenen Formen eine Einstellung in Richtung Neutralokklusion meist nur fraktioniert erreicht werden kann, bieten sich hierzu diejenigen Geräte an, die eine kontinuierliche Anpassung an den jeweiligen Fortschritt der Bißlagenkorrektur gestatten, wie zum Beispiel Doppelplatten.

Bei dem Monoblock, als dem Standardgerät der Funktionskieferorthopädie dagegen ist das Ausmaß der primär möglichen Bißlageeinstellung durch den Konstruktionsbiß fixiert. Somit kann dieser nur durch laufende Umarbeitung oder Neuanfertigung der jeweils erzielten Bißlageveränderung angepaßt werden.

Dieser Umstand führte zur horizontalen Segmentierung der Geräte mit sagittal wirkenden Verbindungselementen. Federbügel, wie sie SCHWARZ (133;1953) beschreibt, oder spezielle Schraubenkonstruktionen kommen hier zur Anwendung.

Zwei verschiedene Bauprinzipien bei den Schraubengeräten sind zu unterscheiden:

Einmal die anteriore Verbindung der Aktivatorsegmente mit einer Schraube, zum Zweiten die Sagittalführung der Segmente mit zwei Schrauben im Seitenzahnbereich.

Wegen der horizontalen Trennung des Aktivators ist hier der Konstruktionsbiß etwas höher zu nehmen, als bei schraubenlosen Apparaturen. SCHULZE (128;1981) gibt einen Abstand von 4-5 mm im Seitenzahnbereich an.

Mit der Entwicklung seines Progenieaktivators löste WUNDERER (1948) die Problematik der kontinuierlichen Bißlagekorrektur indem er eine konventionelle Transversalschraube in median-sagittaler Richtung in einen Aktivator einbaute.

Eine Kunststoffbrücke, vom Unterkiefersegment zu der hinter den oberen Frontzähnen liegenden Schraube, übernimmt die Verbindung der beiden horizontal getrennten Aktivatorteile (Abb.49)

Diese voluminöse Konstruktion führte zu einer beträchtlichen Einengung des Zungenraumes und konnte wegen der relativ langen Kunststoffbrücke den Belastungen nicht immer standhalten. Die technische Herstellung ist kompliziert und zeitintensiv. Spezialschrauben können die hier gestellten Anforderungen besser erfüllen.

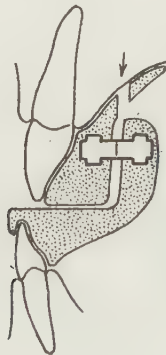


Abb. 49: Progenieaktivator nach WUNDERER (1948)

4.1.1. Frontaler Einbau der Nachstellschraube

PROGENIESCHRAUBE NACH WEISE

Für den Progenieaktivator gibt WEISE (157;1958) eine Sagittalschraube an, bei der ein kräftiger Bügel maxilläres und mandibuläres Aktivatorsegment miteinander verbindet (Abb.50).

Die zweigewindige Schraube wird so in der Medianebene des Aktivators eingebaut, daß der Horizontalschnitt in der Sperrzone des Apparates parallel zwischen Spindelgehäuse und Retentionsbügel erfolgen kann.

Das Nachstellen der Schraube erfolgt über einen Schlitz in der Palatinalfläche des Aktivators, dabei entspricht eine Umdrehung dem Hub von 1,0 mm bei einem Maximum von 6,0 mm.

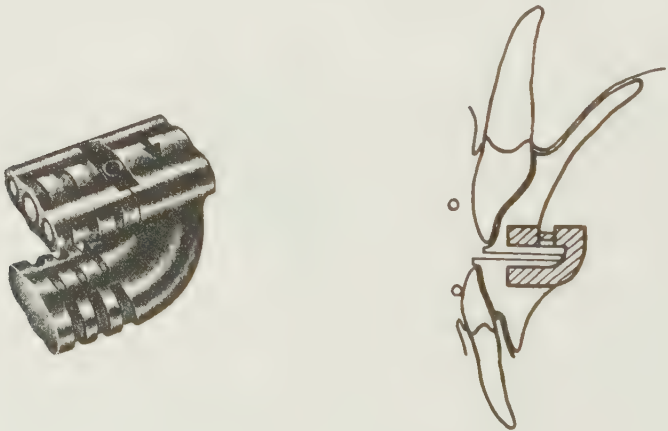


Abb. 50: Progenieschraube nach WEISE 1958
(Werkbild Fa. DENTAURUM, 1983)

Konstruktionsbedingt ragt die Progenieschraube nach WEISE mit 15,0 mm Länge, 8,5 mm Breite und 12,0 mm Höhe relativ weit nach oral und engt damit den anterioren Zungenraum stark ein (SCHMUTH, 125;1980).

PROGENIESCHRAUBE NACH FRENZEN

Eine relativ zierliche Sonderschraube, mit 11,5 mm Länge und 6,0 mm Durchmesser gibt FRENZEN (31;1966) zur Progeniebehandlung mit bimaxillären Geräten an (Abb.51).

Bei einer Maximalexpansion von 6,0 mm entspricht eine Umdrehung 0,4 mm Hub.

In einem an der Unterseite geschlitzten Hohlzylindergehäuse ist eine rechtsgängige Schraubspindel drehbar gelagert. Auf dieser Spindel sitzt die verstellbare Laufmutter als Matrize, deren V-förmiger Retentionsfortsatz durch den Führungsschlitz herausragt.

Dieser Fortsatz stellt die Verbindung zum Unterkiefersegment des Progenieaktivators her und ist je nach Ausprägung der zu behandelnden Progenie gerade oder gewinkelt ausgebildet.

Durch die Führung an den Schlitzrändern ist die Laufmutter gegen das Drehmoment abgestützt.

Zur Arretierung der Schraubspindel ist am anterioren Pol des Hohlzylinders eine linksgängige Madenschraube eingelassen. Sie wird vor dem Nachstellen der Schraube gelöst. Dazu ist eine Aussparung im palatinalen Bereich des Aktivators nötig.

Vorteilhaft ist bei dieser Schraubenkonstruktion, daß die Aktivatorsegmente durch Entfernen der Schraubspindel auseinander-

andergenommen werden können, und so einer sauberen Ausarbeitung nach der Herstellung zugänglich sind.

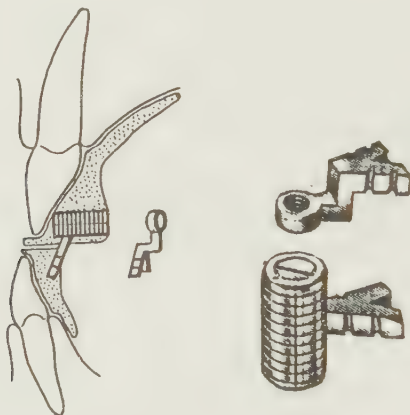


Abb. 51: Progenieschraube nach FRENZEN (31;1966)

SAGITTALSCHRAUBE NACH NEUNER

Für einen horizontal geteilten Aktivator gibt NEUNER (91;1958) eine eingewindige, doppelt geführte Sagittalschraube von 10,0 mm Länge an, deren Spindel über einen Vierkantkopf nachgestellt wird (Abb.52 und 53).

Die Verbindung zum Gegenkiefer bildet ein gewinkelter Flachbügel, der mit einem Falz versehen ist, um die "Polymerisiervorrichtung" aufzunehmen. Diese aus einem kleinen Blech bestehende Vorrichtung dient der Schraubenfixierung in der Medianebene und erleichtert die Festlegung des horizontalen Sägeschnitts indem sie einen Schlitz im Schraubenbereich des Aktivators hinterläßt.

NEUNER verwendet die Schraube je nach Art ihres Einbaues zur Progeniebehandlung (Abb.52/a), zur Rückbiß-Therapie (Abb.52/b) oder zur Protrusion der oberen Inzisivi bei Deckbiß mit Regelbiß (Abb.52/c). Er beobachtete, "... durch die öfters durchgeführten Veränderungen des Konstruktionsbisses (durch Nachstellschrauben) kommt es zu einer rascheren funktionellen Anpassung der Kaumuskulatur zu einem früher eintretendem artikulären Umbau.

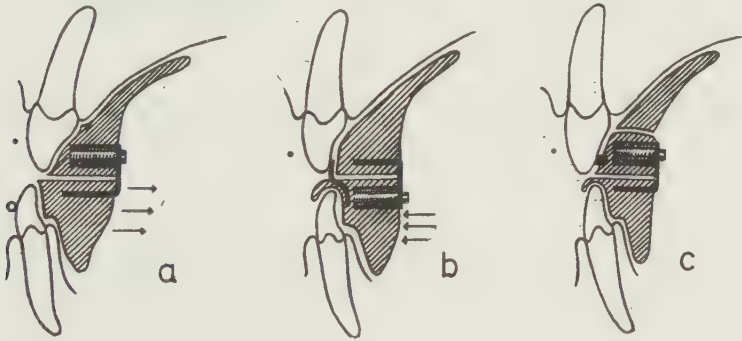


Abb. 52: Sagittalschraube nach NEUNER (91;1958)

Zur gleichzeitigen Erweiterung eines Kiefers bei sagittaler Dysgnathie versieht NEUNER den Retentionsbügel zum Gegenkiefer zusätzlich mit einer Transversalschraube. Diese zweidimensional wirkende Schraube setzt er entsprechend den oben dargestellten Anforderungen in den Aktivator ein (Abb.53).

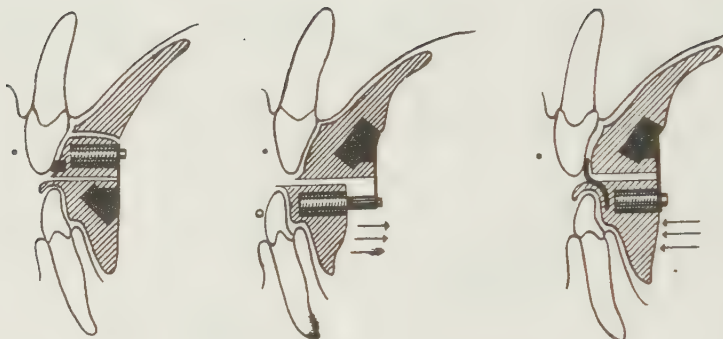


Abb. Sagittal-Transversal Schraube nach NEUNER (91;1958)

PROGNATHIESCHRAUBE

In seinem "Reaktivator" zur Behandlung des Rückbisses verwendet SHAYE (135;1983) eine von HOFFMAN modifizierte Sagittalschraube (Abb.53).

Die verlängerten und doppelt U-förmig gebogenen Führungsstifte der eingewindigen Schraubenkonstruktion stellen die Verbindung zwischen den horizontal getrennten Aktivatorteilen her.

Der geschlitzte Spindelkopf wird von frontal nachgedreht, was eine reziproke Verstellung des unteren Aktivatorsegments nach distal und des oberen Segments nach mesial bewirkt. Eine Umdrehung entspricht dabei 0,4 mm Hub bei einem Arbeitsbereich von 5,0 mm.

Eingebaut wird die von Leone produzierte Konstruktion vestibulär vor den Inzisivi, dadurch ist ein relativ hoher Inter-alveolarabstand erforderlich.



Abb. 53: Reaktivator nach SHAYE (135;1983) mit Prognathieschraube (Werkbild Fa. LEONE, 1984)

4.1.2. Lateraler Einbau der Nachstellschrauben mit sagittaler Wirkung

Ausgehend von dem Gedanken der fraktionierten Bißlageumstellung mit nachstellbaren Aktivatoren, versuchen Autoren wie STAHL, H. HERRMANN, WELLER, LEGER und SÖRENSEN, die bei frontaler Schraubenanordnung auftretende Einengung des Zungenraumes durch seitlichen Schraubeneinbau zu verringern.

Dieser Raumgewinn erfordert die laterale Anordnung von zwei in ihrer Achse parallelen Schrauben im Bereich der seitlichen Sperrzone des Aktivators.

SAGITTALSCHRAUBEN NACH STAHL

Zur möglichst raumsparenden Ausführung eines horizontal geteilten Aktivators, gibt STAHL (139;1961) zwei distal angeordnete Sagittalschrauben an (Abb.54).



Abb. 54: Sagittalschrauben nach STAHL (139;1961)

Dabei stellt eine 14,0 mm lange vertikale Lasche mit Retentionsbohrungen die Verbindung der Schraube zum Gegenkiefer her. Gleichzeitig dient diese Lasche als Drehlager für die eingewindige Schraubspindel und fixiert den Führungsstift.

Je nach Einbau des Schraubenkörpers erfolgt eine distale oder mesiale Orientierung des Unterkiefers.

Die Gesamtlänge der Schraube beträgt 14,7 mm bei 3,0 mm Dicke. Eine volle Umdrehung ergibt einen Schraubenhub von 0,4 mm.

SAGITTALSCHRAUBEN NACH H. HERRMANN

H. HERRMANN (58;1963) schlägt zur Progeniebehandlung mit funktionskieferorthopädischen Geräten konventionelle Schrauben vor, deren Führungsstift er durchtrennt und danach die Matrizenkörper um 180° dreht (Abb.55).

Die nun scharnierartig geformte Schraube setzt er mit der vorderen Verankerung in den oberen, mit der hinteren Verankerung in den unteren Teil des Aktivators ein.

HERRMANN richtet die Schraube parallel zur Zahnreihe aus, erreicht aber dabei eine Divergenz der Schraubenachsen. Um bei zunehmender Aktivierung Spannungen innerhalb des lingualen Geräteteils zu vermeiden, hält er den frontalen Anteil des unteren Aktivatorsegments von Kunststoff frei.

LS - DUOBLOC - SCHRAUBE

Grundgedanke auch von LEGER und SÖRENSEN (76;1976) war es, ein bimaxilläres Gerät für die Behandlung von Angle-Klasse III Dysgnathien zu konstruieren, mit der Möglichkeit einer fraktionierten Korrektur der Bißlage (Abb.55).

Besonderen Wert legten sie auf eine exakte und stabile Führung der Segmente. Der Zungenraum sollte möglichst wenig eingeschränkt sein. Außerdem sollte das Gerät für verschiedene Klasse III Behandlungen modifizierbar sein.

Der LS-Duobloc ist dem Prinzip von STAHL (139;1961) nachempfunden, mit dem Unterschied, daß hier die vertikale Verankerung das bewegliche Element darstellt.

Wesentliches Konstruktionsmerkmal der doppelt geführten Duobloc-Schraube ist das T-förmige Mittelstück. Es ist durch die Schraubspindel auf den Führungsstiften schlittenartig verstellbar und weist einen nach palatinal abgekröpften Retentionsteil auf.

Das Mittelstück ist im Oberkiefersegment verankert und läuft im Unterkiefersegment in einer kastenförmigen Aussparung zwischen mesialem und distalen Retentionsteil der Schraube.

Beide Schrauben werden gleichzeitig nachgestellt, wobei der maximale Weg 6,0 mm beträgt. Die Schraubenmaße sind: Länge 17,0 mm, Breite 13,0 mm, Dicke 3,0 mm. Eine Umdrehung bewegt das Mittelteil um 0,4 mm nach mesial.

Zur parallelen Ausrichtung der beiden Schrauben während der technischen Herstellung, geben die Autoren eine 0,7 mm dicke Einbauschablone an, die mit einem transversal verschiebbaren Halter ausgestattet ist. In einem korrespondierendem Schlitz der Schablone ist der Mittelteil der Schraube

während des Polymerisationsvorgangs fixiert.

Die entstehende Divergenz zum unteren, parabelförmigen Zahnbogen, läßt den distalen Schraubenanteil bei ungünstigen anatomischen Verhältnissen weit von der Lingualfläche der Molaren abstehen, so daß der Duobloc hier relativ voluminös werden kann.

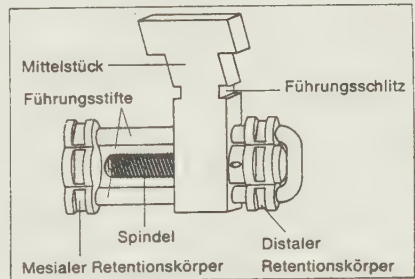
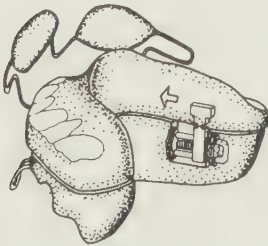


Abb. 55: Duobloc nach LEGER und SÖERNSEN 1976 (Werkbild Fa. FORESTADENT, 1983)

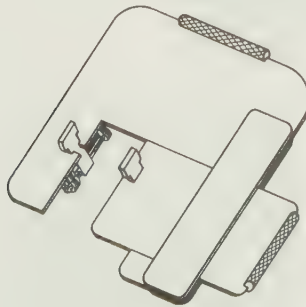


Abb. 56: Einbauschablone für LS-Duobloc Schrauben (Werkbild Fa. FORESTADENT, 1983)

Zwei Varianten und eine Kombination daraus geben LEGER und SÖRENSEN für ihren Duobloc an:

Das Grundgerät mit dem vollständigen horizontalen Trennschnitt findet Anwendung bei Mesialbiß von Molaren und Inzisivi (Abb.57/a), der Gerätetyp II wird bei Neutralokklusion im Seitenzahnbereich und progener Verzahnung der Frontzähne empfohlen (Abb.57/b).

GEHRKE (35;1978) gibt auch den umgekehrten Einbau der Schrauben in ein Klasse II Gerät an.

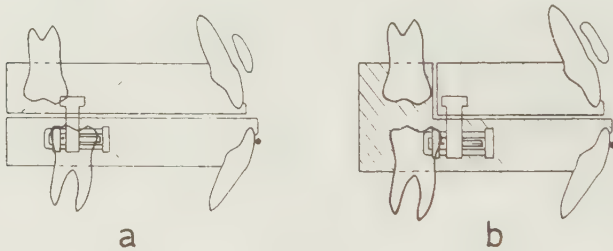


Abb. 57: a) LS-Duobloc Grundgerät b) Gerätetyp II (nach LEGER und SÖRENSEN, 76;1976)

REZIPROKSCHRAUBE NACH WELLER

Eine funktionskieferorthopädische Behandlung von Vorbiß und Rückbiß durch Vestibulumschilder bei völliger Zungenfreiheit entspricht den Grundgedanken FRÄNKELS (30;1973).

Zur Sagittalverschiebung dieser Vestibulumschilder und gleichzeitig zur Verschiebung der entsprechenden Stützelemente, entwickelte WELLER eine Reziproschraube, deren Anwendung WEBER (155;1967) beschreibt.

Eine doppelgewindige Schraubspindel verstellt zwei versetzt angeordnete Retentionselemente, die über einen 19,0 mm langen Stift geführt werden. Der maximale Arbeitshub beträgt 5,0 mm. Die 14,0 mm langen und 13,0 mm breiten Schrauben werden parallel in die Vestibulumschilder eingebaut und diese entsprechend der Abbildung 58 getrennt.

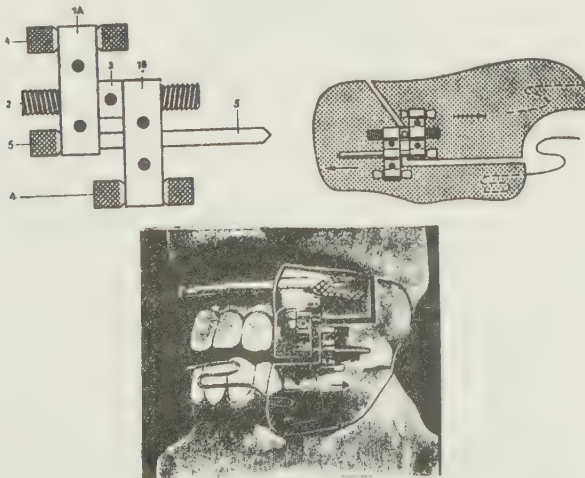


Abb. 58: Reziproschraube nach WELLER (nach WEBER ,155;1967)

4.2. Transversal wirkende Nachstellschrauben

Zur Anpassung des Aktivators an die erfolgte transversale Erweiterung geben ANDRESEN und HÄUPL 1936 einen Gaumenbügel an, welcher der Omegafeder von COFFIN ähnlich ist. Obwohl aus 1,3 mm federhartem Stahldraht gebogen, verlor der Aktivator dadurch an Stabilität. Besonders aber die schwierige und ungenaue Handhabung der Coffinfeder führten bald zum Einsatz der Nachstellschrauben.

Bei ursprünglich nur medianer Trennung des Aktivators in zwei Segmente, erlauben die später entwickelten Spezialschrauben den Aktivator in drei (SIEMONS, ZEHLE, RILO) und vier Segmente aufzuteilen (ASCHER, SCHUHBECK).

4.2.1. Mediane Trennung des Monoblocks in zwei Segmente

Stabile, konventionelle Transversalschrauben, wie sie in aktiven Platten eingesetzt werden, finden auch im median getrennten Aktivator Anwendung.

Lediglich für stark skelettierte bimaxilläre Geräte, wie KLAMMT (71;1955) oder DAHAN (zit. nach GERLACH, 38;1975) sie angeben, wurden Sonderschrauben zur Transversalen Nachstellung entwickelt.

FLÜGELSCHRAUBE

Um den skelettierten Aktivator im Gaumenbereich trotz Nachstellschraube relativ grazil zu gestalten, und dennoch auf

Stabilität nicht verzichten zu müssen, bot die Firma RENFERT eine Transversalschraube mit flügel förmigen Retentionslaschen an (Abb.59).

Die Flügel können der Form des Gaumengewölbes angebogen werden. Bei 16,0 mm x 10,0 mm x 3,0 mm Außenmaß entspricht eine Spindelumdrehung einer Erweiterung des Trennspalts um 0,8 mm.



Abb. 59: Flügelschraube (Werkbild Fa. RENFERT)

DOPPELSTIELSCHRAUBE NACH DAHAN

Im Bioaktivator "Biprax" versucht DAHAN (zit. nach GERLACH, 38;1975) die Vorteile des Apparates nach ANDRESEN und HÄUPL mit dem Bionator nach BALTERS zu kombinieren.

Als Kompensationselement bezeichnet DAHAN die angegebene Doppelstielschraube. Sie ähnelt einer Hyraxschraube, bei der zwei Retentionsfortsätze weggelassen wurden (Abb.60).



Abb. 60: Doppelstielschraube nach DAHAN 1970 (nach GERLACH
38; 1975)

4.2.2. Mediane und horizontale Trennung des Monoblocks zur Nachstellbarkeit in einem Kieferbereich

Die therapeutische Vorentwicklung des Unterkiefers bei der Rückbißbehandlung setzt voraus, daß der in der Regel transversal etwas mehr verengte Zahnbogen des Oberkiefers erweitert worden ist.

Üblicherweise wird deshalb vor der Bißlagenkorrektur der obere Zahnbogen mit aktiven Geräten so ausgeformt, daß er den Unterkiefer aufnehmen kann.

Dort, wo von vornherein nur geringfügige Umformungen des Oberkiefers nötig sind, oder wenn aus anderen Gründen die vollständige Erweiterung des oberen Zahnbogens nicht abgewartet werden soll, können Spezialschrauben eingesetzt werden, die für Ober- oder Unterkiefersegment differenzierte Nachstellmöglichkeiten bieten.

DEHNSCHRAUBE NACH SIEMONS

Bei der Dehnschraube nach SIEMONS (134;1954), erlauben die verlängerten Retentionslaschen im starren Mittelteil der 14,0 mm breiten Schraube eine Verankerung im Unterkiefersegment des Aktivators (Abb.61).

Das median geteilte Oberkiefersegment kann über eine Breite von 5,0 mm dem Behandlungsverlauf transversal nachgeführt werden. Eine Schraubenumdrehung entspricht dabei einer Expansion von 0,8 mm.

Die ausgeprägte Retentionsform der transversal beweglichen Matrizenkörper gewährleistet einen guten Halt im Kunststoff, allerdings muß beim Einbau besonders auf den Abstand

der abgewinkelten Retentionslaschen von der lingualen Kontur des Unterkiefers geachtet werden, damit diese nicht zu weit abstehen und damit das Gerät zu voluminös machen.

Ohne Einbauschablone erfordert die horizontale Trennung des dreiteiligen Aktivators große Aufmerksamkeit vom Techniker und einen gewissen Zeitaufwand.



Abb. 61: Dehnschraube nach SIEMONS 1954 (Werkbild Fa. RENFERT, 1983)

DIFFERENZSCHRAUBE NACH SCHEU

Ebenfalls zum Einbau in einen dreiteiligen Aktivator gibt die Firma SCHEU eine sogenannte Differenzschraube an (Abb.62).

Als Retentionselement zur Verankerung im starren Teil des Geräts dienen zwei relativ dünne Stahlbänder, die im Mittelteil einer konventionellen Transversalschraube angebracht sind. Diese Stahlbänder können nach der Herstellerangabe entsprechend den oralen Verhältnissen zugeschnitten werden. Hierdurch ist die Gefahr einer instabilen Konstruktion der Apparatur gegeben.

Eine Separierfolie mit transversaler Führungsrille soll nach SCHEU die horizontale Trennung des Aktivators in der

Sperrzone erleichtern. Ihre Anwendung erfordert einen vestibulären Gipsvorwall über die einokkludierten Modelle und technisches Geschick.

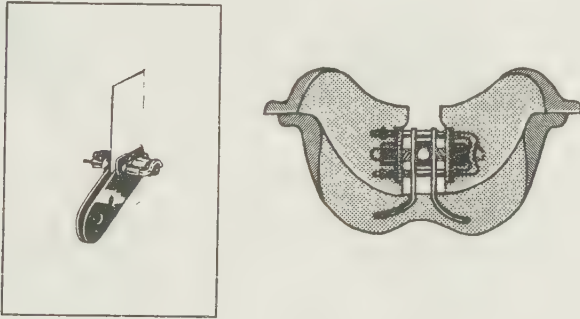


Abb. 62: Differenzschraube nach SCHEU (Werkbild Fa. SCHEU, 1983)

SPEZIAL DEHNSCHRAUBE NACH SPERLING

Die Firma DENTAURUM gibt für "separate Ober- oder Unterkieferdehnung mittels Aktivator" eine von SPERLING (136;1963) entwickelte Spezial Dehnschraube an (Abb. 63).

Bei dieser Vollskelett-Schraubenkonstruktion ist der Schraubenkörper auf zwei schmale Metallbügel reduziert, die zur parallelen Führung von Spindel und Führungsstift dienen. Gewindematrix und Führungsrohr werden vom Werkstoff des Geräts gebildet.

Ein lateral abgewinkelter Vierkantdraht fixiert diese Spezial Schraube im ungeteilten Aktivatorsegment, also vorwiegend im Unterkiefer.

Bei 17,0 mm Länge und Breite, weist die Schraube einen Nachstellbereich von 6,0 mm auf.



Abb. 63: Spezialdehnschraube nach SPERLING 1963 (Werkbild Fa. DENTAURUM, 1983)

SONDERSCHRAUBE RILO I UND II

Nach dem Prinzip von SIEMONS arbeitet die von LOHNER (80;1983) entwickelte Spezialschraube Rilo I (Abb.64).

Als Besonderheit weist sie bewegliche Retentionsfortsätze aus mundbeständigem 18/8 Stahl auf, die entsprechend beschliffen und gelötet werden können. Damit paßt sie sich beim Einbau den anatomischen Kieferverhältnissen an.

Zur stabilen Fixierung der gelenkigen Verbindung im Kunststoff, sind die Überlappungen der Retentionselemente im Gelenkbereich relativ lang ausgebildet.

Bei der technischen Herstellung empfiehlt LOHNER das zweizeitige Vorgehen, bei dem nach Fertigstellung des Oberkiefersegments die Sperrzone mit Zinnfolie abgedeckt wird, um die horizontale Trennung zu erleichtern.

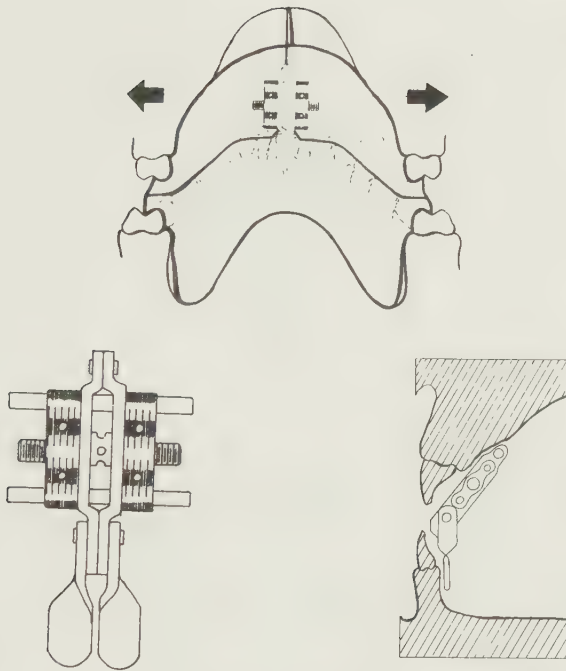


Abb. 64: Sonderschraube Rilo I nach LOHNER 1983 (Werkbild Fa. MICHEL + CIE AG, 1983)

Mit Rilo II bezeichnet LOHNER eine Variante mit insgesamt vier beweglichen Retentionsfortsätzen, die bei entsprechender Sägeschnittführung eine gezielte Erweiterung des Front- und Prämolarenbereichs durch ein bimaxilläres Gerät erwarten läßt (Abb.65).

Für beide Schraubenkonstruktionen gilt ein maximaler Hub von 7,0 mm, der in Intervallen von 0,8 mm pro Umdrehung erreicht wird. Die Abmessungen betragen: Länge 29,0 mm, (Rilo II 34,0 mm), Breite 18,5 mm und Dicke 3,9 mm.

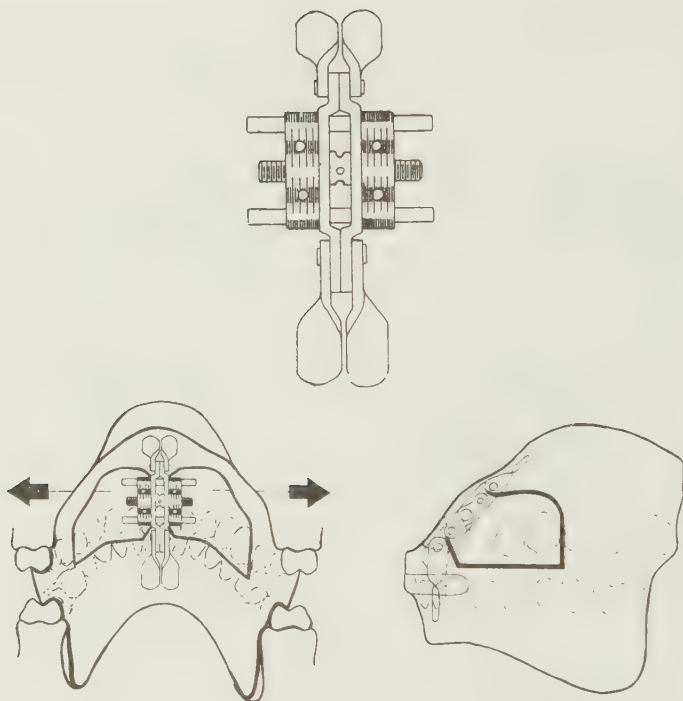


Abb 65: Sonderschraube Rilo II nach LOHNER 1983 (Werkbild
Fa. MICHEL + CIE AG, 1983)

4.2.3. Mediane und horizontale Trennung des Monoblocks zur Nachstellbarkeit in beiden Kieferbereichen

Beim konstruktiven Einstellen der Unterkiefer Mitte im Rahmen der funktionskieferorthopädischen Behandlung, kann sich die Tatsache ergeben, daß die transversale Verzahnung durch die Korrektur nach der Mittellinie gestört wird.

Es stellt sich hier die therapeutische Aufgabe, einzelne Quadranten differenziert zu erweitern.

Zur Behandlung dieser Aufgabe werden Doppelschrauben angegeben, welche eine für Ober- und Unterkiefer individuelle, symmetrische (ASCHER) oder asymmetrische (ZEHLE) Erweiterung der Zahnreihen ermöglichen.

Der Verfasser glaubt, mit der Entwicklung einer Quadrantenschraube, die Vorteile der obengenannten Spezialschrauben konstruktiv vereinigen zu können.

DOPPELSCHRAUBE NACH ASCHER

Bei der Doppelschraube nach ASCHER (5;1949) handelt es sich, wie in der Abbildung 66 dargestellt, um eine Kombination von zwei Transversalschrauben, die durch einen starken Vertikalbügel miteinander verbunden sind.

Die Doppelschraube findet Anwendung in einem Aktivator, der sowohl median als auch in der Sperrzone geteilt ist. Eine symmetrische, aber unabhängige Nachstellmöglichkeit der Apparatur für Ober- und Unterkiefer ist somit gegeben. ASCHER weist dabei auf die etwas schwierige horizontale Trennung des Aktivators in der Sperrzone hin.

Bei einer Schraubenhöhe von 22,0 mm und einer Breite von 12,0 mm, weist die Spindel eine Steigung von 0,8 mm auf.

Eine Anwendung der Doppelschraube sieht ASCHER (6;1955) relativ häufig gegeben. Diese Aussage kann allerdings nur für die Behandlung im frühen Wechselgebiss gelten. Nach ASCHER müsse man sich zwar mit der Tatsache abfinden, daß der Bewegungsablauf länger dauere als bei der Behandlung mit aktiven Platten. Die langsamere Wirkungsweise spiele aber angeblich eine untergeordnete Rolle, weil bei der Behandlung mit dem Aktivator die transversale Erweiterung und die Bißlageverschiebung gleichzeitig eingeleitet werden.

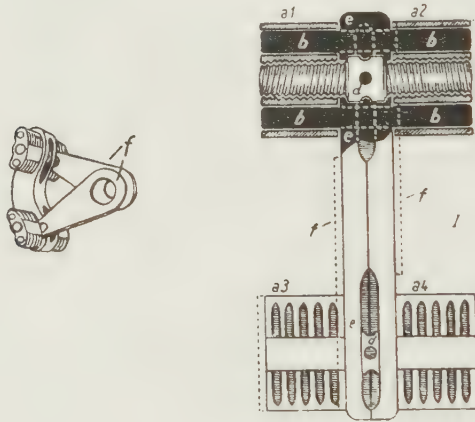


Abb. 66: Doppelschraube nach ASCHER 1949 (6;1955)

DOPPELSCHRAUBE NACH ZEHLE

Zur Feineinstellung der transversalen Verzahnung, gibt ZEHLE (166;1955) eine Doppelschraube für den Aktivator an (Abb.67).

Zwei Transversalschrauben werden an den Matrizenkörpern versetzt zueinander verlötet. Nach Angaben des Autors sollen sie dabei einen oralen Winkel von 120° bilden.

Mit dieser Konstruktion ist es möglich, zwei jeweils diagonale Quadranten differenziert zu erweitern. Die beiden anderen Quadranten sind nach der von ZEHLE vorgeschlagenen Schnittführung starr miteinander verbunden.



Abb. 67 : Doppelschraube nach ZEHLE (166;1955)

4.2.4. Mediane und horizontale Trennung des Monoblocks zur differenzierten Erweiterung der vier Kieferquadranten

QUADRANTENSCHRAUBE NACH SCHUHBECK

Eine vom Verfasser neu entwickelte Nachstellschraube für Aktivatoren soll an dieser Stelle vorgestellt werden. Zu deren Konstruktion waren folgende Überlegungen maßgebend.

1. Funktionskieferorthopädische Apparate sind im Wechselgebiss, also während der günstigsten Entwicklungsperiode des Gebisses anwendbar, in der die Eingliederung anderer Geräte erschwert sein kann (HÄUPL, 44; 1938, SCHWARZ, 132; 1952).
2. Die funktionskieferorthopädische Therapie zeigt nach GRAF (40; 1970) dort, wo sie kieferorthopädisch angezeigt ist, geringere Rezidivraten als andere Behandlungsformen und kann als relativ ungefährlich bezeichnet werden (STAHL, 137; 1958, VALINOTTI, 151; 1974).
3. Das funktionskieferorthopädische Gerät soll nach SCHWARZ (132; 1952) so variierbar gestaltet werden, daß es die Kaumuskeln wegen der unweigerlichen Gewöhnung an den zunächst als Fremdkörper empfundenen Apparat immer wieder von neuem anregt. Dies soll in so feiner Abstimmung geschehen, daß die Muskulatur fähig bleibt, auf diese Reize zu reagieren.
4. Die Anpassung der funktionellen Geräte an den Behandlungsverlauf ist durch den Einsatz von Nachstellschrauben vereinfacht (ANDRESEN, HÄUPL und PETRIK, 3; 1957, KLAMMT, 71; 1955).
5. Bei Patienten mit geringer Aktivität der Kaumuskulatur sind nach SCHMUTH (126; 1983) Nachstellschrauben im Aktivator

vorteilhaft. Auch SANDER (114;1980) stellte eine gesteigerte Bewegungsfrequenz der Muskulatur durch nachstellbare Aktivatoren fest.

6. Nach entsprechender Diagnose ist bei der funktionellen Therapie die gleichzeitige Beeinflussung von transversaler Enge und Umstellung der Bißlage offensichtlich günstig und zeitsparend. So trägt nach HAUSSER (46;1975) eine frühzeitige Behandlung wesentlich zur Vorentwicklung des Unterkiefers bei.
7. Eine für Oberkiefer und Unterkiefer getrennte Nachstellmöglichkeit ist zur Feineinstellung der transversalen Verzahnung vorteilhaft (ZEHLE,166;1955) und häufig auch notwendig, weil die beiden Kiefer unterschiedlich schnell auf die transversale Erweiterung reagieren (SCHWARZ,133; 1953 , ASCHER,7;1968).

Indikation und technische Zielsetzung der Quadrantenschraube

Klinische Anwendung

Die Indikation für funktionskieferorthopädische Geräte soll mit der Quadrantenschraube dahingehend erweitert werden, daß durch den Einsatz von vier unabhängig voneinander verstellbare Schraubspindeln eine variable Behandlungsmöglichkeit gegeben ist, welche zur Therapie der asymmetrischen transversalen Enge oder zur Kreuzbißbehandlung geeignet ist.

Technische Zielsetzung

Die Quadrantenschraube soll bei größter Stabilität eine grazile Form aufweisen.

Die äußere Schraubenform muß sich den anatomischen Gegebenheiten so weit wie möglich anpassen.

Die technische Verarbeitung der Schraube soll möglichst einfach sein.

Eine exakte aber einfache Positionierung der Schraube ist anzustreben.

Die technisch aufwendige horizontale Trennung des Aktivators soll vereinfacht werden.

Um die Herstellungskosten wirtschaftlich zu gestalten, ist die Verwendung von derzeit produzierten Schraubenteilen angezeigt.

Konstruktive Ausführung

Die oben aufgeführten Forderungen erfüllt eine Quadrantenschraube, deren wesentliche Konstruktionsmerkmale durch Abbildung 68 dargestellt sind.

Die Quadrantenschraube bildet einen nach oral gewinkelten Schraubenkörper, bestehend aus Oberkieferanteil (1) und Unterkieferanteil (2).

In beiden Anteilen liegen je zwei Fräsungen zur Aufnahme von zwei Schraubenspindeln mit Kreuzlochkopf, deren Gewindesteigung p auf einen Wert von 0,35 mm ausgelegt ist (3). Entsprechend der Konstruktion können vier mit Retentionen versehene Matritzenkörper (4) unabhängig voneinander durch die Gewindespindeln nach lateral bewegt werden.

Zur stabilen Führung der Matritzenkörper sind jeweils zwei, mit dem Schraubenkörper fest verbundene Führungsstifte (5) vorhanden.

Schraubspindel, Matrizenkörper und Führungsstifte entsprechen im Handel befindlichen und damit wirtschaftlich einsetzbaren Fertigteilen.

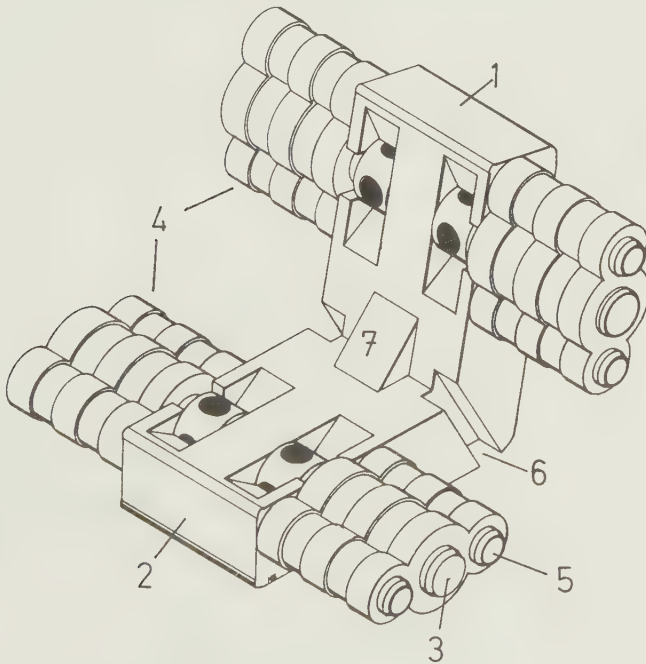


Abb. 68: Quadrantenschraube nach SCHUHBECK, Hinweise im Text (Umzeichnung SCHUHBECK)

Ein wesentliches Konstruktionsmerkmal sind die zwischen Ober- und Unterteil angebrachten bilateralen Fräsungen (6). Sie ermöglichen den Einschub und zugleich die Fixierung

der Quadrantenschraube in die weiter unten beschriebene Einbauschablone. Sie dient zur exakten Ausrichtung der Schraube nach medianer und horizontaler Trennebene des Aktivators. Die Verlaufsrichtung beider Fräsungen gewährleistet zudem die unterschiedliche Neigung von Schraubenoberteil und - unterteil in Bezug auf die horizontale Trennebene.

Zur Erhöhung der Stabilität und zur besseren Fixierung in der Einbauschablone ist die Knickzone des Schraubenkörpers verstärkt ausgebildet (7).

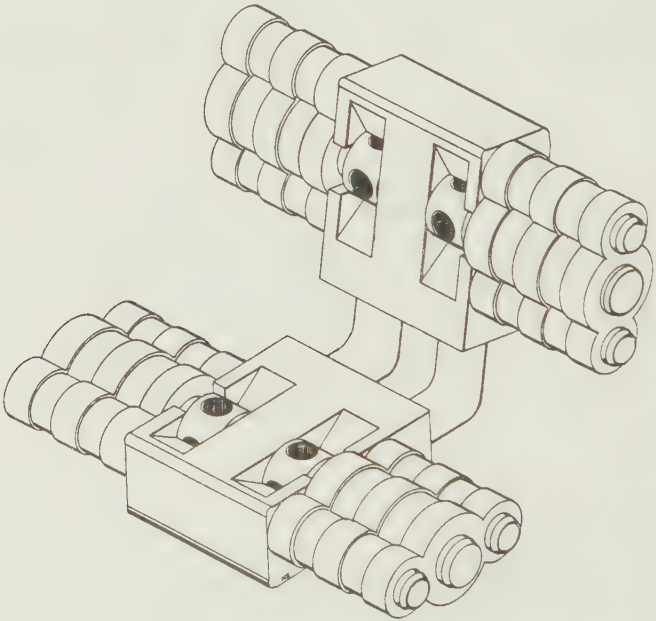


Abb. 69: Modifikation der Quadrantenschraube nach SCHUHBECK mit individuell anpaßbaren Verbindungsstiften zur Einstellung des oralen Knickwinkels

Es wäre möglich, Oberkiefer- und Unterkieferanteil der Quadrantenschraube zur Anpassung an die palatinale und linguale Kieferwölbung gelenkig oder mit bedingt biegsamen Stiften zu verbinden (Abb.69/1 und Abb.86).

Einem starren Schraubenkörper ist aber der Vorzug zu geben. Erhöhte Stabilität, geringe Störanfälligkeit und Einfachheit der Konstruktion sind wesentliche Gründe dafür.

Die Vorteile einer starren Verbindung sind daher zu nutzen. Hierzu müssen die anatomischen Verhältnisse im anterioren Bereich der Mundhöhle zur Lage der Einbauschablone überprüft werden.

Es wurden deswegen zwei in der Medianebene gemessene Winkelwerte untersucht:

1. Winkel zwischen palatinaler Schleimhautwölbung und horizontaler Trennebene
2. Winkel zwischen lingualer Schleimhautwölbung und horizontaler Trennebene

Die als Bezugsebene genannte horizontale Trennebene stellt eine ca. 1,5 mm cranial liegende Parallele zur Kauebene dar.

Experimentelle Bestimmung eines günstigen Knickwinkels zur Konstruktion der Quadrantenschraube

1. Methode

Zur Ermittlung des gesuchten Winkels könnten Fernröntgenbilder herangezogen werden, auf denen die Probanden eine entsprechende Konstruktionsbißlage einnehmen. Palatinales und linguales Schleimhautrelief sind dabei zur besseren Darstellung dünn mit Kontrastmittel zu bestreichen. Die

horizontale Trennebene könnte als Parallele zur Kauebene durchgezeichnet werden und damit als Bezugsschenkel für die Winkelmessung dienen.

Die hier angewandte Methode ist mehr praxisbezogen und für den Probanden völlig unbelastend.

50 zur Behandlung eines Rückbisses verwendete Aktivatoren wurden median getrennt und eine horizontale Trennlinie bestimmt. Diese Trennlinie ist für den Fall einer horizontalen Durchtrennung des Aktivators dem horizontalen Sägeschnitt (Trennebene) gleichzusetzen.

Der anteriore Referenzpunkt liegt in bezug auf die unteren Schneidezähne 1,0 mm über deren Inzisalkante. Der posteriore Meßpunkt für die Bestimmung der horizontalen Trennebene liegt in der Mitte des vertikalen Abstandes der ersten Molaren.

Unter Berücksichtigung der Schenkellänge des Schraubenkörpers von 10,0 mm und der zur Retention notwendigen Kunststoffschicht ergibt sich eine 10,0 mm lange Tangente an das orale Zahn- und Schleimhautrelief mit einem Mindestabstand von 2,0 mm (Abb.70, a und b).

Der orale Gesamtwinkel setzt sich aus dem maxillären Teilwinkel α und dem mandibulären Teilwinkel β zusammen. Die Tabellen 1 bis 4 ergeben eine Übersicht über die Häufigkeit der jeweils gemessenen Teilwinkel in Abhängigkeit von der Anzahl der Probanden.

Wie zu erwarten war, weisen die Tangenten a und b nur in Ausnahmefällen einen gemeinsamen Schnittpunkt mit der horizontalen Trennlinie auf, was neben den anatomischen Gegebenheiten auch auf die unterschiedliche Einstellung des Unterkiefers bei der Konstruktionsbißnahme zurückzuführen ist.

Dies führt zu folgender Überlegung: Um der Zunge größtmöglichen Freiraum zu gewähren, müßte der obere Schraubenanteil im Knickbereich etwa 2,0 mm nach sagittal versetzt konstruiert werden. Neben der komplizierteren Form hat dies aber den Nachteil, daß die Spindelköpfe im oberen Segmentbereich schlechter zugänglich sind. Allerdings könnte der Schraubenkörper auch so konstruiert werden, daß er von palatinal her offen ist.

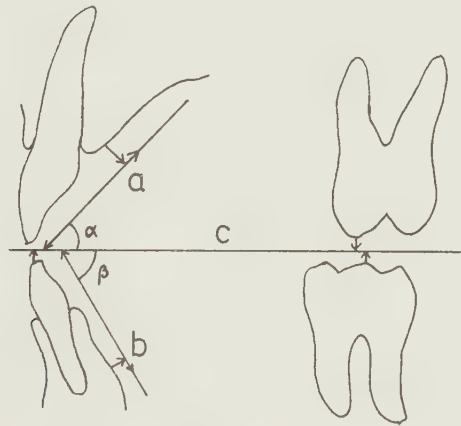


Abb. 70: Konstruktion der horizontalen Trennlinie mit den maxillären und mandibulären Tangenten zur Winkelmessung – die vorgegebenen Parameter sind in der Abbildung als Vektoren eingezeichnet und der besseren Übersicht wegen vergrößert dargestellt

Die sagittale Ausrichtung der Quadrantenschraube ist bei der einfach gewinkelten Konstruktion mehr durch das linguale als durch das palatinale Zahn- und Schleimhautrelief begrenzt (Abb.70). Dadurch ergibt sich für den maxillären Teilwinkel eine größere Toleranzbreite (in Richtung auf größere Winkel) als für den mandibulären. Dies ist bei der Wertung der Ergebnisse zu berücksichtigen.

2. Ergebnis der Winkelmessung

Die Auswertung der 50 Messungen des maxillären Teilwinkels α ergab die in Tabelle 1 mitgeteilten Werte.

Winkel Grad	Messungen n	Verteilung %
28-33	6	12
34-39	8	16
40-45	31	62
46-51	2	4
52-57	3	6
	50	100

Tab. 1: Verteilung der Meßwerte des Teilwinkels α

Bei einem minimal gemessenen Winkel von 28° und einem maximalen von 57° , zeigte sich eine signifikant hohe Wertdichte bei 40° - 45° bei 62% der Probanden (Tab. 1).

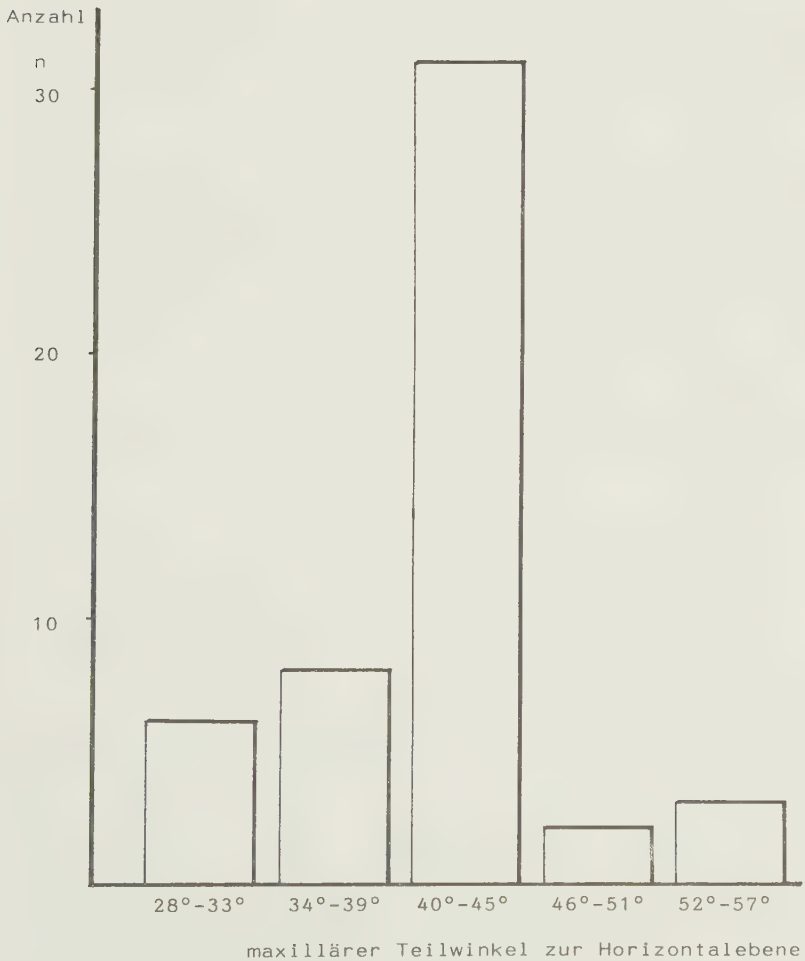
Entsprechend stellt sich die Winkelverteilung für den mandibulären Teilwinkel β dar:

Winkel Grad	Messungen n	Verteilung %
38-43	3	6
44-48	9	18
49-54	6	12
55-60	27	54
61-66	5	10
	50	100

Tab. 2: Verteilung der Meßwerte des Teilwinkels β

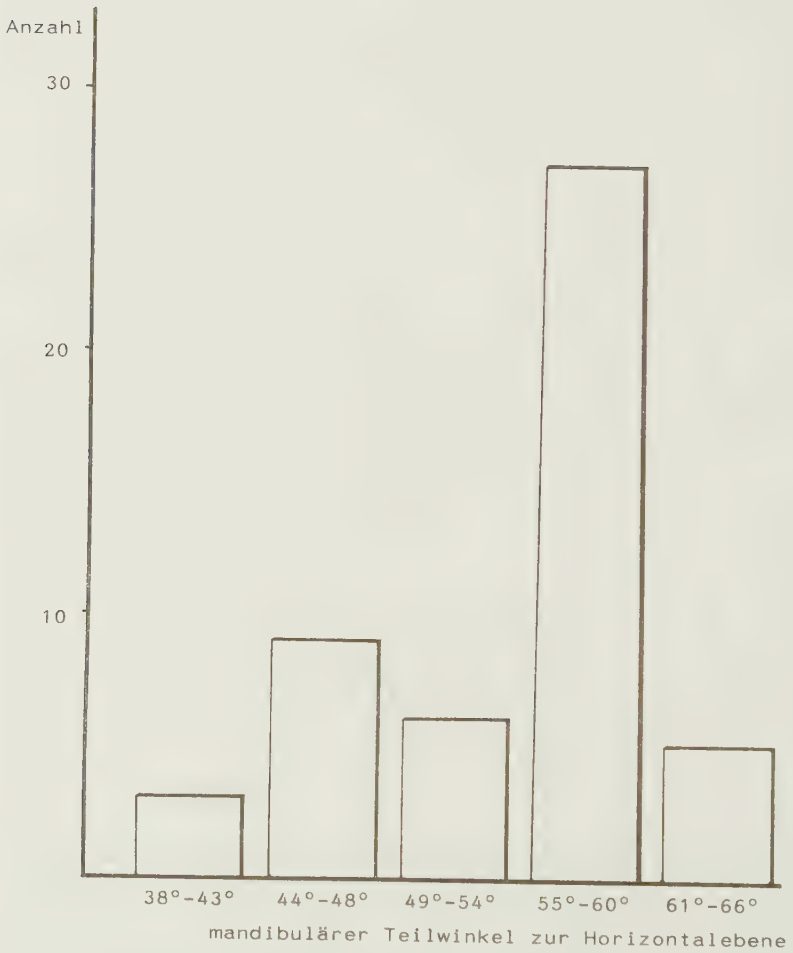
Mit 54% stellte der Winkelbereich von 55° - 60° einen relativ hohen Anteil an den gemessenen Werten, die sich von minimal 38° bis maximal 66° erstreckten (Tab. 2).

Häufigkeitsverteilung des maxillären Teilwinkels α



Tab. 3: Häufigkeitsverteilung des maxillären Teilwinkels in Abhängigkeit von der Probandenanzahl

Häufigkeitsverteilung des mandibulären Teilwinkels β



Tab. 4: Häufigkeitsverteilung des mandibulären Teilwinkels in Abhängigkeit von der Probandenanzahl

Nach Auswertung der Ergebnisse ergibt sich für die Konstruktion der Quadrantenschraube ein optimaler Knickwinkel von 99° . Die für den richtigen Einbau der Schraube wesentlichen bilateralen Fräsungen (Abb.68/6) teilen diesen Knickwinkel auf in 43° zwischen horizontaler Trennebene und maxillären Schraubenkörper und entsprechend 56° zum mandibulären Schraubenkörper.

Zur Kontrolle der gefundenen Werte diente eine Winkelschablone (Abb.71) mit den oben ermittelten Winkeln und einer Schenkellänge von 10,0 mm, entsprechend den Maßen der Quadrantenschraube.

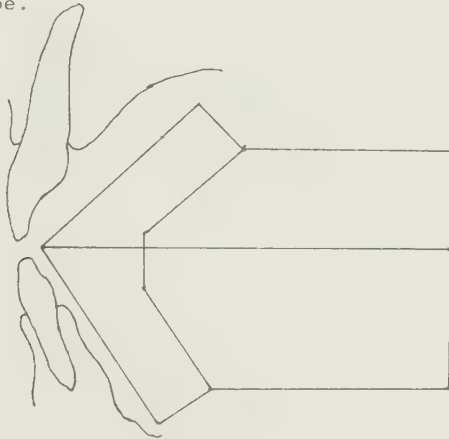


Abb. 71: Angelegte Winkelschablone

Unter Berücksichtigung eines vertikalen Toleranzbereiches von 2,0 mm wurde diese Schablone an die Profilzeichnungen der 50 Aktivatoren angelegt.

In 88% der Kontrollen ergab sich eine gute bis sehr gute Passung der Winkelschablone. Dieser hohe Prozentsatz rechtfertigt für die Praxis eine starre und damit einfache Konstruktion der Quadrantenschraube mit einem Knickwinkel von 99° .

3. Technische Ausführung der Quadrantenschraube

Maße:

Schraubenkörper je 10,0 mm x 6,0 mm x 3,0 mm

Matritzenkörper je 6,5 mm x 4,5 mm x 3,0 mm

Spindelflanken Durchmesser: 1,6 mm

Führungsstift Durchmesser: 1,2 mm

Gewindesteigung: 0,35 mm pro Umdrehung

Knickwinkel: 99°

Gesamthöhe: 16,5 mm

Gesamtbreite: 15,0 mm

Material:

Der Schraubenkörper ist konstruktionsbedingt dem Mundmilieu direkt ausgesetzt. Hier hat sich vernickeltes oder verchromtes Neusilber nicht bewährt (ROSSIWALL, 1973). Mundbeständigem V₂A-Stahl wird aus diesem Grund der Vorzug gegeben.

Einbauschablone für die Quadrantenschraube

Eine genaue mediane und horizontale Fixierung der Quadrantenschraube im anterioren Bereich zwischen Ober- und Unterkiefer ist eine wesentliche Voraussetzung für die Wirksamkeit des bimaxillären Geräts. Gerade die exakte horizontale Trennung des funktionskieferorthopädischen Apparates stellt hohe Anforderungen bei der technischen Herstellung.

Um beide Probleme bei der Verarbeitung der Quadrantenschraube zu lösen, wurde vom Verfasser eine Einbauschablone entwickelt (Abb.72,73,74).

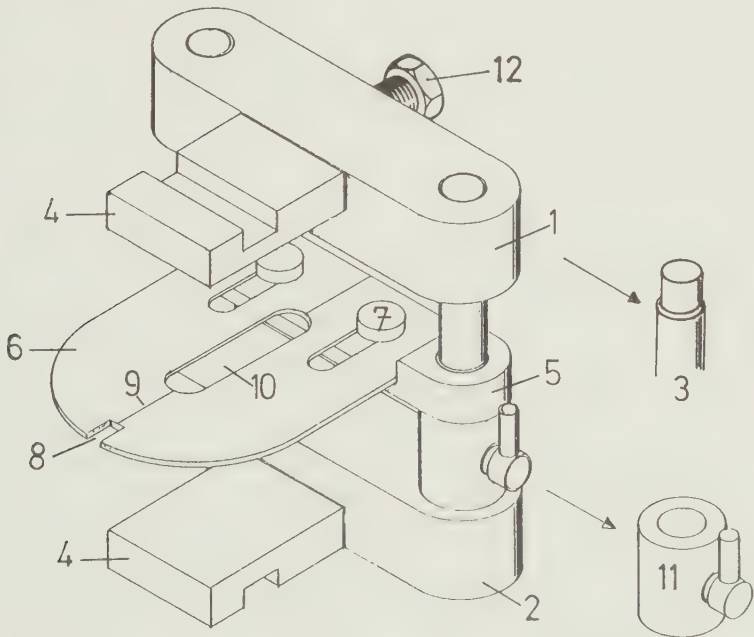


Abb. 72: Einbauschablone für die Quadrantenschraube nach SCHUHBECK, Hinweise im Text

Die Einbauschablone ist an einem Hilfsapparat befestigt, der einem Okkludator ähnlich ist. Der obere Querbügel (1) ist auf den zwei abgestuften Rohrsäulen (3) paßgenau aufgesteckt.

Am oberen (1) und unteren (2) Querbügel ist je ein mit Retentionsfräsungen versehener Modellhalter (4) derart befestigt, daß er in der Sagittalen mit Schrauben (12) verstellbar und in dieser Richtung herausnehmbar ist (Abb. 72 und 73).

Zwischen den beiden Rohrsäulen ist ein vertikal beweglicher Stellbügel (5) angeordnet, der durch eine verschiebbare Klemmbuchse (11) fixiert wird.

Der Stellbügel nimmt ein sagittal verschiebbares Blech (6) auf, das an den Rändern auf 0,5 mm ausgedünnt ist. Die Führung des hochglanzpolierten Bleches geschieht über zwei am Stellbügel befestigte Bolzen (7), die in Langlöchern des Bleches laufen und es mit Federscheiben am Stellbügel fixieren.

Eine Ausfräsung (8) am vorderen Ende des Bleches dient als Montagehalterung für die Quadrantenschraube während der technischen Herstellung der Apparatur. Die Breite der Ausfräsung entspricht den lateralen Schraubenfräsungen (Abb. 68/6) und ermöglicht so ein sicheres Fixieren der Quadrantenschraube. Mit 14,0 mm Länge reicht die Ausfräsung dabei so weit zurück, daß der vordere Teil des Bleches die Frontzähne des Unterkiefers um mindestens 2,0 mm überragt, ohne daß die Quadrantenschraube lingual dem Kiefermodell anliegt.

Zur Ausrichtung des Unterkiefermodells ist auf dem horizontalen Blech die Mittellinie (9) eingraviert und ein Langloch (10) gefräst.

Technisches Vorgehen beim Einbau der Quadrantenschraube

Ausgehend von der Überlegung, die Kiefermodelle nach der horizontalen Trennebene und der Medianebene in der Einbauschablone auszurichten, fixiert man das Unterkiefermodell mit Gummiringen derart am horizontalen Blech, daß die Inzisalkanten und die distobukkale Höcker der 6-Jahresmolaren dem Blech anliegen (Abb. 75).

Die vorher auf das Unterkiefermodell übertragene Schnittgerade mit der Medianebene wird an der gravierten Mittellinie der Einbauschablone ausgerichtet (Abb. 72/9 und 76).

Nach dem Eingipsen des Unterkiefermodells wird das Oberkiefermodell entsprechend dem Konstruktionsbiß am oberen Modellhalter fixiert. Der Stellbügel mit Blech wird hierzu abgenommen (Abb. 77).

Anschließend erfolgt die exakte Ausrichtung der Quadrantenschraube durch die sagittale und vertikale Verstellmöglichkeit des horizontalen Bleches (Abb. 78). Mit der Klemmbuchse und den Federscheiben werden nun die "Koordinaten" für eine optimale Schraubenposition fixiert (Abb. 79 u. 80).

Dadurch, daß die Einbauschablone sowohl der Orientierung des Unterkiefermodells im Okkludator, als auch der Bestimmung der Schraubenposition dient, liegt die Quadrantenschraube ohne aufwendige Manipulation vertikal und median richtig zwischen den Kiefermodellen.

Erforderliche Drahtelemente, wie Labialbogen und Führungsschlaufen werden jetzt gebogen und auf den Modellen fixiert.

Bei der Kunststoffapplikation wird vorzugsweise ein kombiniertes Streu- und Anteigverfahren angewandt. Zuerst werden Ober- und Unterkieferabschnitte wie bei Plattenapparaturen

gestreut, dabei ist zu beachten, daß der Bereich, in dem die Schraube zu liegen kommt, von Kunststoff zunächst freigehalten wird.

Mit angeteigtem Methacrylat werden nun die Quadrantenschraube, der ausgesparte Raum auf den Modellen und die Sperrzonen' beschickt.

Jetzt wird das horizontale Blech mit der daran fixierten Schraube zum vorher eingestellten Anschlag gegen das Unterkiefermodell geführt und unmittelbar darauf das Oberkiefermodell ebenfalls bis zum Anschlag aufgesetzt.

Die Quadrantenschraube ist somit exakt im Kunststoff positioniert und das Gerät kann polymerisiert werden.

Zum Verstreichen des überquellenden Kunststoffes beim Zusammenfügen der Einbauschablone empfiehlt es sich, die Modelle vor dem Einokkludieren dorsal weit genug auszuschleifen, um ein Modellierinstrument einführen zu können.

Nach dem Polymerisieren des Methacrylats zieht man beide Modellhalter (Abb. 72/4) zusammen mit dem Aktivator gegen die Einbauschablone nach vorne ab. Hierdurch löst sich die Quadrantenschraube vom horizontalen Trägerblech ab. Diesen Vorgang erleichtert die auf den Abbildungen 72/12, 73 und 74 gezeigte Druckschraube.

Das bimaxilläre Gerät ist auf diese Weise exakt in der vorher bestimmten Höhe der Sperrzone horizontal geteilt und muß nur noch in der Mitte durch einen vertikalen Sägeschnitt getrennt werden, was relativ einfach ist (Abb. 85).

Bedingt durch den 0,5 mm breiten horizontalen Trennspalt, zeigt sich wegen der frontalen Schraubenanordnung eine vertikale Nachgiebigkeit des Geräts im posterioren Bereich.

Sollte diese technisch bedingte Elastizität verringert werden, empfiehlt sich ein zweizeitiges Vorgehen bei der Geräteherstellung.

Wie die Abbildungen 81-83 zeigen, dient hierbei die Einbauschablone einmal als Fixierungshilfe für die Quadrantenschraube und bildet zugleich beim vertikalen Absenken auf den noch weichen Kunststoff eine plane Fläche auf dem untern Geräteteil in Höhe der Trennebene.

Nach dem Ausarbeiten des unteren Geräteteils dient eine 0,1 mm dicke Zinnfolie zur Isolierung gegenüber dem maxillären Segment bei der Herstellung (Abb.84). Die plan adaptierte Zinnfolie wird nach der Polymerisation des Kunststoffes entfernt, und es entsteht ein sehr dünner Trennspalt, der die vertikale Nachgiebigkeit des Gerätes deutlich verringert.

Zur Demonstration in nachfolgender Bildreihe wurden die Quadrantenschrauben (außer Spindeln und Matrizenkörper) vom Verfasser selbst hergestellt. Herr Studienrat Johann BICHLER hat die Einbauschablone nach Angaben des Verfassers angefertigt.

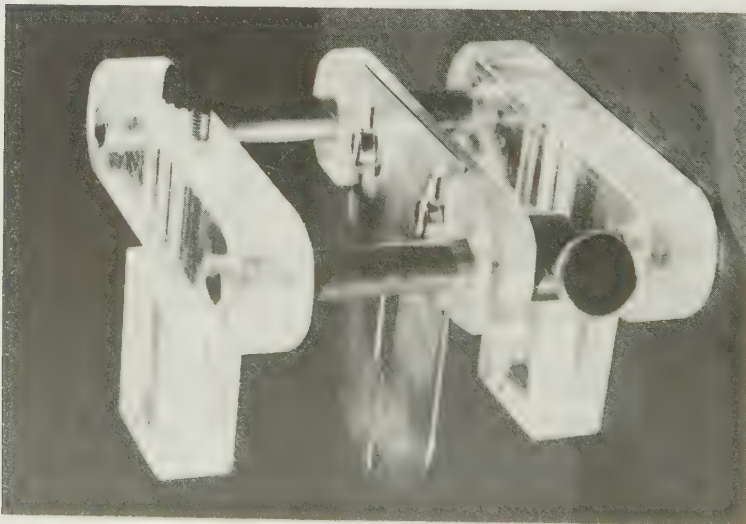


Abb. 73: Einbauschablone von lateral

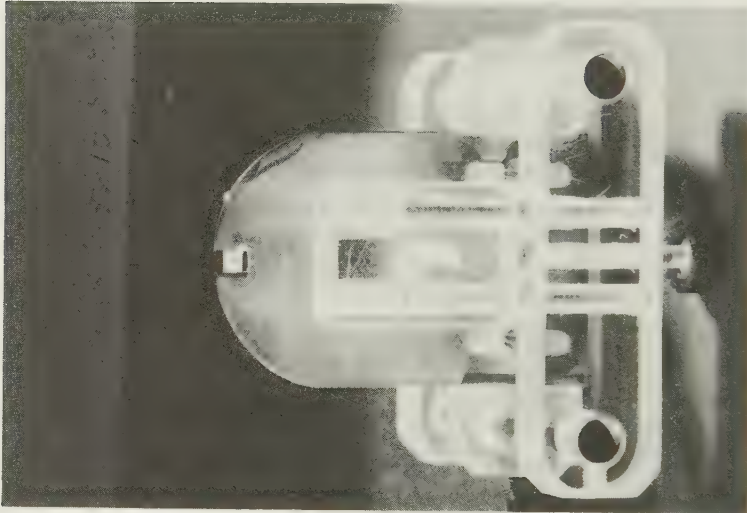


Abb. 74: Einbauschablone von oben

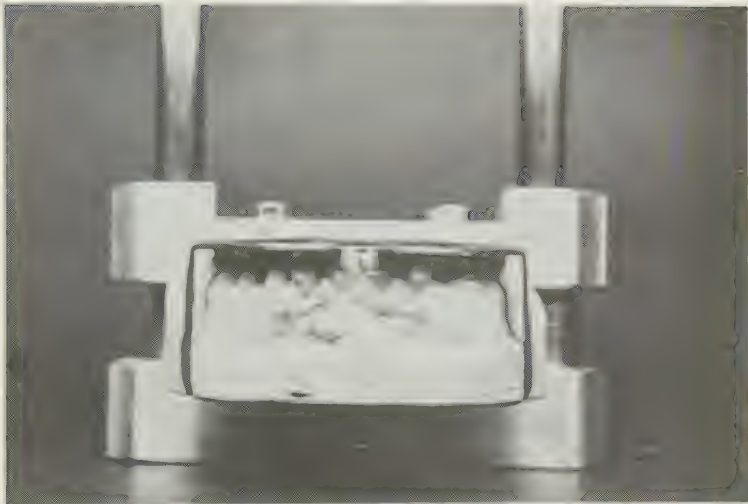


Abb. 75: Fixieren des Unterkiefermodells am horizontalen Blech



Abb. 76: Ausrichten des Unterkiefermodells nach der Medianebene

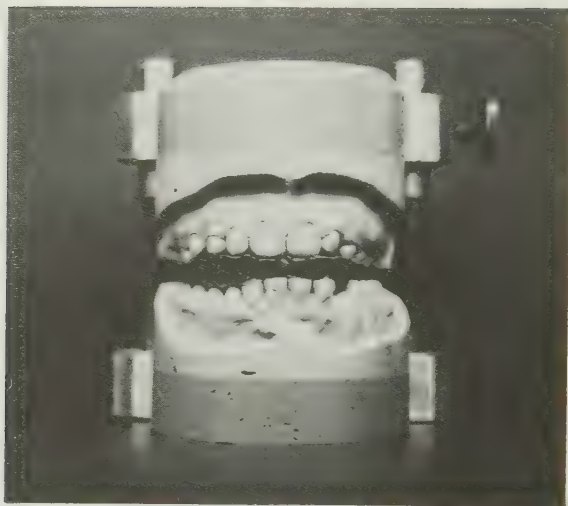


Abb. 77: Kiefermodelle in Konstruktionsbißlage fixiert

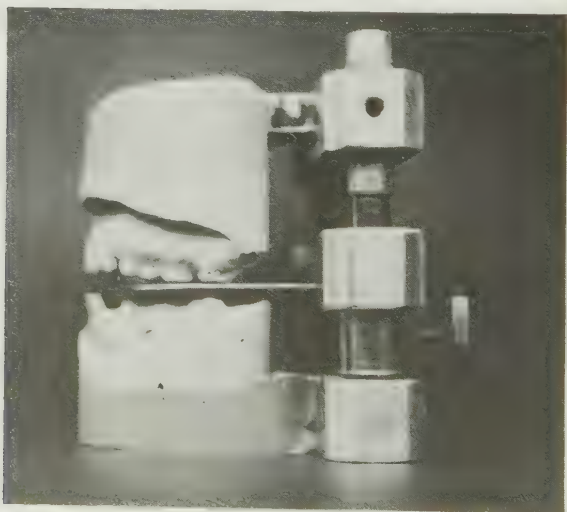


Abb. 78: Sagittales und vertikales Einrichten der Quadrantenschraube

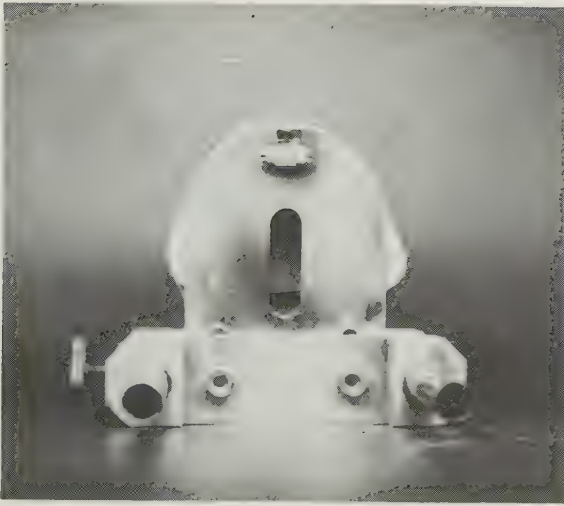


Abb. 79: Position der Quadrantenschraube von cranial

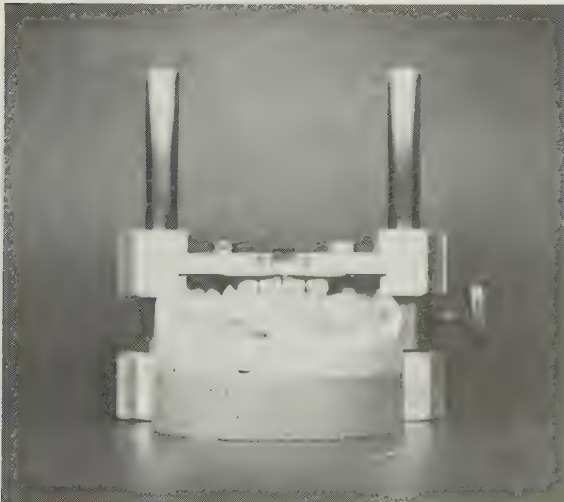


Abb. 80: Position der Quadrantenschraube von frontal

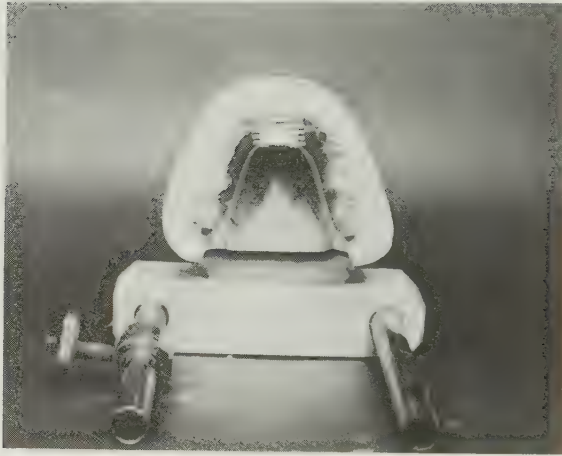


Abb. 81: Schraubenposition nach der Polymerisation von cranial

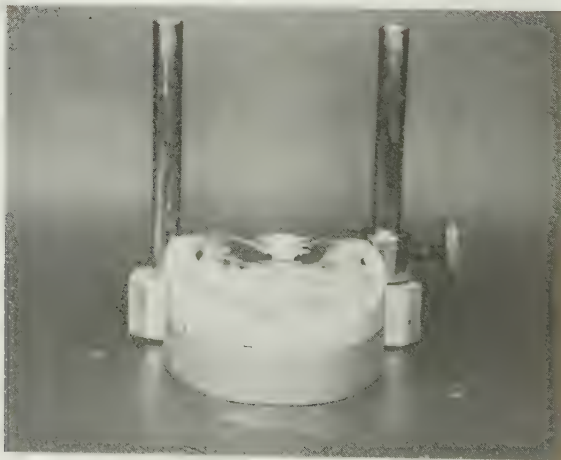


Abb. 82: Schraubenposition nach der Polymerisation von frontal



Abb. 83: Schraubenposition von lateral



Abb. 84: Isolierung des Unterkiefersegments mit Zinnfolie bei zweizeitigem Herstellungsverfahren



Abb. 85: Aktivator mit Quadrantenschraube nach SCHUHBECK und Labialbogen im Oberkiefer - dorsale Ansicht

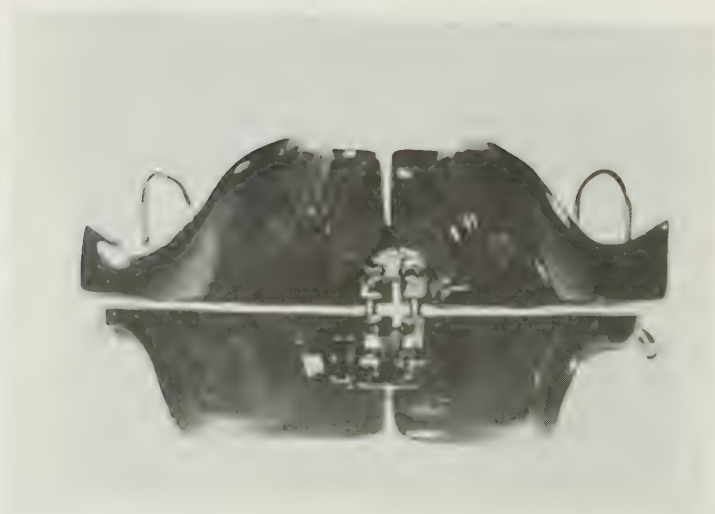


Abb. 86: Aktivator mit modifizierter Quadrantenschraube (mit bedingt biegsamen Verbindungsstiften) nach SCHUHBECK, Labialbogen und Haltedornen mesial der Zähne 36 und 46 - dorsale Ansicht

5. ERGEBNIS UND DISKUSSION

Die Schraube als Verstellelement für herausnehmbare kieferorthopädische Geräte trägt wesentlich zu deren Funktion bei. Mit dem Streben nach möglichst graziler Plattengestaltung und besonderen Bewegungsrichtungen der Segmente entstand eine Vielzahl technischer Modifikationen dieser Stellschraube.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit konnten 46 verschiedene Spezialkonstruktionen beschrieben werden, die seit 1950 im Handel angegeben worden sind. Bei den untersuchten technischen Daten von derzeit hergestellten Sonderschrauben, legte der Verfasser neben den Aussenmaßen besonderen Wert auf die Angabe des Verstellintervalls pro Umdrehung. Dieser besonders wichtige Parameter konnte teilweise von den Herstellern erfragt oder selbst vermessen werden. Wegen der ausgeprägten Differenziertheit der unterschiedlichen Konstruktionen sind die Meßwerte nicht unmittelbar zu vergleichen. Auf eine tabellarische Übersicht der Meßwerte wurde deshalb verzichtet.

In diesem Zusammenhang wurde bei den zuständigen Firmen angeregt, genauere Daten über die angebotenen Schrauben in Broschüren und Katalogen anzugeben.

Die Schraubenmodifikationen wurden eingeteilt in aktiv wirkende Schraubenelemente und Nachstellschrauben für bimaxilläre Geräte. Eine weitere Ordnung nach Anwendungsbereich und Wirkungsrichtung sollte zur Übersicht beitragen.

Aktive Schraubenelemente wirken durch Verspannen der Plattenapparatur im Zahnbogen. Das heißt, das Gerät wird dergestalt wohldefiniert unpassend verstellt, so daß die Zähne aus ihrer Lage gekippt werden.

Passive Schraubenelemente werden in funktionskieferorthopädischen Geräten angewandt, um den Kontakt zwischen Zahn und Funktionsfläche des Apparates im Verlauf der Behandlung aufrecht zu erhalten. Es handelt sich hier also um Nächstellschrauben, welche das Gerät an die funktionell ausgelöste Zahnbewegung beziehungsweise Bißlageumstellung anpassen.

Die untersuchten Sonderschrauben können nach folgenden Konstruktionsprinzipien unterteilt werden:

1. Modifikationen durch spezielle Retentionsformen

Bezeichnung der Schraube	Hersteller
Einzelzahnschraube nach MARTINEZ	nicht im Handel
Sagittalschraube nach STAHL	Renfert
Flügelschraube	nicht im Handel
Distalschraube nach SCHEU	Scheu
Palatinal-Split-Schraube nach ELBEL	Forestadent
Hyraxschraube nach BIEDERMANN	Dentaurum
	Leone
Bipraxschraube nach DAHAN	nicht im Handel
Dehnschraube nach SIEMONS	Renfert
Spezialdehnschraube	Dentaurum
Differenzschraube	Scheu
Progenieschraube nach WEISE	Dentaurum
Prognathieschraube nach HOFFMAN	Leone
Sagittalschraube für bimaxilläre Geräte nach STAHL	nicht im Handel
Sagittalschraube nach HERRMANN	nicht im Handel
Sagittalschraube nach WELLER	nicht im Handel
Rilo I+II nach LOHNER	Michel & Cie AG

2. Anwendung des Laufmutterprinzips

Bezeichnung der Schraube	Hersteller
Kombinierte Zug- und Druckschraube nach HELLER	Forestadent
Reziproke Zug und Druckschraube nach NARDELLA	Forestadent
Duobloc-Schraube nach LEGER und SÖRENSEN	Forestadent
Retraktorschraube	Forestadent
Diastemaschraube	Forestadent
Progenieschraube nach FRENZEN	nicht im Handel

3. Kombination von Spindel und Gelenk

a) einarmige Hebelwirkung

Bezeichnung der Schraube	Hersteller
Fächerschraube	Dentaurum Forestadent Leone
Scharnierschraube	Dentaurum Forestadent
UK-Bogenschraube nach Müller	Dentaurum Forestadent Leone
anterior-posterior Schraube nach NARDELLA	Pedrazzini
Doppelschwenk Schraube nach Iperen	nicht im Handel

b) zweiarmige Hebelwirkung

Hebel-Schwenk-Schraube	Forestadent
Palatinal-Lingual-Zugschraube nach LEHMKÖSTER	Forestadent
Posterior Dehnschraube	Forestadent

4. Schrauben mit zentralem Spindelgehäuse

Bezeichnung der Schraube	Hersteller
Zweidimensionale BERTONI-Schraube	Dentaurum Leone
BERTONI anatomic N.C.	Forestadent
Quadrantenschraube nach SCHUHBECK	nicht im Handel

5. Stegartige Verbindung von zwei oder mehr Schrauben

Bezeichnung der Schraube	Hersteller
Doppelschraube nach ASCHER	nicht im Handel
Doppelschraube nach ZEHLE	nicht im Handel
Mehrsektorenschraube nach STEINER	Dentaurum
Mehrsektorenschraube nach BEUTELSPACHER	Forestadent

6. Anwendung des Teleskopsystems

Bezeichnung der Schraube	Hersteller
Teleskopschraube nach PLANAS	Dentaurum
Teleskopschraube nach GAST	Dentaurum

7. Kombination von Schraube und Spiralfeder

Bezeichnung der Schraube	Hersteller
Feder-Dehnschraube nach HAUSSER	Dentaurum
Federbolzenschraube nach RITTER	Dentaurum Forestadent Leone

8. Getriebeelement nach dem Zahnstangenprinzip

Bezeichnung der Schraube	Hersteller
Rotationsschraube	Forestadent
Expansionsstreifen nach GERBRANDS	nicht im Handel

Der Überwiegende Teil der untersuchten Spezialschrauben ist mit bewährten Kreuzloch-Spindelköpfen ausgestattet. Einige Modifikationen (Hebel-Schwenk Schraube, Rotations-schraube, Posterior-Dehnschraube und Palatinal-lingual-Zugschraube) weisen aus Gründen der Miniaturisierung Madenschrauben als Verstellelement auf.

Hier ist zu berücksichtigen, daß beim Nachstellen, im Vergleich zu herkömmlichen Drahtschlüsseln nur 1/15 des Drehmoments aufgebracht wird. Es sollte also bei diesen Schrauben ganz besonders darauf geachtet werden, daß sich kein Zahnstein anlegt, der die Aktivierung erschwert.

Bei der Untersuchung der Gelenkschrauben konnte festgestellt werden, daß die über den Matrizenzylinder hinausragenden Spindelenden zu einer Verspannung der Spindel im Plattenmaterial führen können. Dies rührt aus der Tatsache, daß es beim scherenförmigen Öffnen der Platte zu einer linearen Bewegung der Spindel in Richtung Drehpunkt kommt, der eine bogenförmige Bewegung der Plattensegmente gegenübersteht. Es wird deshalb empfohlen, die Zylindermatritze im Durchmesser groß genug zu machen, so daß die Spindel nur unwesentlich übersteht (Scharnierschrauben von den Firmen Dentaforum und Forestadent), oder eine elastische Abdeckung für die Spindelenden vorzusehen.

Es konnte weiterhin nachgewiesen werden, daß der wohl aus historischen Gründen in der Literatur häufig gebrauchte Terminus "Dehnschraube" im Bereich der Technik von einer anderen Schraubenart belegt ist. Gerade unter Berücksichtigung der Wirkungsweise von Sonderschrauben, wie Rotations-schraube und Palatinal-lingual-Zugschraube ist die Bezeichnung Dehnschraube als Oberbegriff nicht mehr zutreffend.

Da aber nachweislich jede in der Kieferorthopädie verwendete Schraube, auch die komplizierteste Modifikation, letztlich das Therapiegerät Platte oder Aktivator so verstellt, daß es wohldefiniert unpassend in die Mundhöhle eingesetzt wird, schlägt der Verfasser als Oberbegriff für kieferorthopädische Schrauben den Terminus "Stellschraube" vor.

Ein besonderes Ziel dieser Arbeit war es, die Konstruktionsmerkmale einer vom Verfasser entwickelten Quadrantenschraube für ein horizontal und vertikal geteiltes bimaxilläres Gerät vorzustellen. Sie ermöglicht durch vier transversal wirkende Schraubspindeln die differenzierte Beeinflussung aller vier Kieferquadranten in einem funktionskieferorthopädischen Apparat. Zur Demonstration stellte der Verfasser einige funktionsfähige Schraubenmodelle selbst her.

Durch praktische Untersuchungen konnte ein für die raumsparende Geräteausformung günstiger Knickwinkel des Schraubenkörpers von 99° ermittelt werden. Die horizontale Trennebene des Aktivators teilt dabei diesen Winkel auf in 43° für den maxillären und 56° für den mandibulären Anteil des Spindelgehäuses.

Die Untersuchung ergab, daß mit diesen Winkelwerten bei 88% der Probanden eine gute bis sehr gute Anpassung der Schraube im frontalen Aktivatorabschnitt erreicht wird. Es konnte damit nachgewiesen werden, daß durch geeignete Winkelwahl eine individuell einstellbare und damit weniger stabile Modifikation der Quadrantenschraube nicht erforderlich ist.

Zur technischen Herstellung des Vier-Quadrantenaktivators ist eine Einbauschablone vorteilhaft. Sie ist an einer Hilfsapparatur befestigt, die einem Okkludator gleicht und dient zur schraubengerechten Fixierung der Kiefermodelle.

Das horizontale Montageblech erleichtert außerdem die horizontale Trennung des bimaxillären Geräts wesentlich.

Wie für alle horizontal plan geteilten Geräte stellt eine ausgeprägte Kompensationskurve auch für den Einbau der Quadrantenschraube eine Kontraindikation dar. Der Konstruktionsbiß müßte zu stark überhöht genommen werden; hierdurch könnten unerwünschte Okklusionsabweichungen gefördert werden.

Ein Nachteil der frontalen Schraubenanordnung ist die durch den Trennspalt bedingte vertikale Nachgiebigkeit im posterioren Bereich des Geräts. Dies kann allerdings durch Einpolymerisieren eines transversal gerichteten Drahtstückes in den Trennspalt vermieden werden. Man kann aber auch das zweizeitige Herstellungsverfahren anwenden, bei dem eine 0,1 mm starke Zinnfolie als Isolierschicht für den horizontalen Trennspalt dient.

Die Anwendung der Quadrantenschraube als Nachstellschraube für ein bimaxilläres Gerät ist angezeigt:

1. bei unilateralem Kreuzbiß
2. bei bilateralem Kreuzbiß
3. bei asymmetrischer transversaler Enge

Durch vier individuell einstellbare Sektoren ist die Quadrantenschraube geeignet, die angebotenen Hilfsteile für die befundbezogene und erfolgreiche Behandlung mit funktionskieferorthopädischen Apparaten nutzbringend zu ergänzen.

6. ZUSAMMENFASSUNG

- 1.) Die seit 1950 entwickelten technischen Modifikationen kieferorthopädischer Spezialschrauben werden unter Ausschluß der üblichen Transversalschrauben nach Anwendungsbereich geordnet und ihre Wirkungsweise sowie ihre technischen Daten beschrieben. Die Untersuchungen ergeben, daß diese Modifikationen nach acht übergeordneten Konstruktionsprinzipien aufgebaut sind.
- 2.) Hinsichtlich der Ausführungen der Gelenkschrauben werden Vorschläge gemacht, um ein Verspannen der Schraubspindel im Plattenwerkstoff zu vermeiden.
- 3.) Es wurde begründet, daß die aus klinischer Sicht in der Regel angewendete Bezeichnung "Dehnschraube" vom technischen Standpunkt her unrichtig ist. Als Oberbegriff für kieferorthopädische Schrauben erscheint der technisch richtige und klinisch durchaus vertretbare Terminus "Stellschraube" angebracht.
- 4.) Die Konstruktionsmerkmale einer vom Verfasser entwickelten und im Prototyp hergestellten Quadrantenschraube für einen horizontal und vertikal geteilten Aktivator, nebst einer Einbauschablone zur technischen Herstellung des Geräts, werden beschrieben. Nach praktischen Untersuchungen kann für die Quadrantenschraube ein geeigneter Knickwinkel von 99° angegeben werden. Diese Nachstellschraube ist geeignet, die für eine vorgesehene funktionskieferorthopädische Behandlung notwendigen Hilfsmittel nutzbringend zu ergänzen. Eine funktionskieferorthopädische Apparatur mit eingebauter Quadrantenschraube ist daher unabhängig von der transversalen Einwirkung auf die Zahnbögen vor allem für die Behandlung einer unilateralen Verengung des Zahnbogens und die Behandlung des ein- oder beidseitigen Kreuzbisses geeignet.

7. Literaturverzeichnis

- 1 Adler, P.
Die physikalischen Voraussetzungen der biologischen
Zahnverschiebung
Zeitschr. Stomatol., 43, 2, 159-169, 1946
- 2 Adler, P.
Die Physik der orthodontischen Dehnung
Stoma, 4, 2, 67-75, 1951
- 3 Andresen, V., K. Häupl, L. Petrik
Funktionskieferorthopädie
6. Aufl., Verlag J.A. Barth, München, 1957
- 4 Angell, E.
zitiert nach Hoffmann-Axthelm, W. (59;1976)
- 5 Ascher, F.
Die Doppelschraube für den Aktivator der Funktionskiefer-
orthopädie
Stoma, 2, 1, 51-56, 1949
- 6 Ascher, F.
Indikationen und Kontraindikationen der kieferortho-
pädischen Behandlungsmethoden, III. Teil
Dtsch. Zahnärztekalendar, 103-107, 1955
- 7 Ascher, F.
Praktische Kieferorthopädie
Verlag Urban & Schwarzenberg, München, 1968
- 8 Badcock, J.H.
zitiert nach Izard, G. (61;1950)
- 9 Barber, A.F. und M.R. Sims
Rapid maxillary expansion and external root resorption
in man
Amer. J. Orthodont., 79, 6, 630-652, 1981
- 10 Bertoni, C.
Mehrsektorenschraube nach Bertoni
Katalog der Firma Dentaureum, Pforzheim, 1983

- 11 Beutelspacher, E.
Dreidimensionale Integrierte Microtechnik
Information Nr. 22, Firma Forestadent, Pforzheim, 1977
- 12 Blind, S.W.
Die klin. Symptome des einseitigen Kreuzbisses
Med. Diss. Tübingen, 1980
- 13 Blechman, A.M. und H. Smiley
Magnetic force in orthodontics
Amer. J. Orthodont., 74, 4, 435-443, 1978
- 14 Bredy, E.
Die Behandlung des Mesialbisses mit dem Aktivator nach Fränkel
Fortschr. Kieferorthop., 22, 3, 329-333, 1961
- 15 Bruhm, Ch., H. Hofrath, G. Korkhaus
Handbuch der Zahnheilkunde- Band 4
J.F. Bergmann Verlag, München 1939
- 16 Campos, G.B.
Klinische Untersuchungen über die Auswirkung des Feder-
geschiebes "Dynamat" bei der kieferorthop. Behandlung
Med. Diss. Heidelberg, 1969
- 17 Caunt, J.A.
Gefahren der festsitzenden Apparatur
Inf. Orth. Kieferorthop., 4, 2, 117-133, 1972
- 18 Csontos, S.
Kieferdehnung vorwiegend im Eckzahnbereich
Quintessenz, 12, 1, Ref. 1562, 1-2, 1961
- 19 Dahan, J.
zitiert in Gerlach, M. (38;1975)
- 20 Dausch-Neumann, D.
Die in der Kieferorthopädie gebräuchlichen Schrauben
Fortschr. Kieferorthop., 30, 4, 413-421, 1969
- 21 Dausch-Neuman, D.
Lücken im Frontzahngebiet aus kieferorthopädischer Sicht
Dtsch. zahnärztl. Z., 37, 244-252, 1982

- 22 Elbel, K.
Die Palatinal-Splitschraube
Information Nr. 41, Firma Forestadent, Pforzheim, 1982
- 23 Falk, F.
Vergleichende Untersuchungen über die Entwicklung der
apikalen Basis nach kieferorthop. Behandlung mit der
aktiven Platte und dem Funktionsregler
Fortschr. Kieferorthop. 30, 2, 225-229, 1969
- 24 Farrar, J.H.
zitiert nach Pfaff, W. (97 ;1908)
- 25 Förster, B.
Hebel-Schwenkschraube
Information Nr. 26, Firma Forestadent, Pforzheim, 1978
- 26 Förster, B.
Die Rotationsschraube
Information Nr. 31, Firma Forestadent, Pforzheim, 1981
- 27 Förster, B.
Diastemaschraube
Information Nr. 40, Firma Forestadent, Pforzheim, 1982
- 28 Förster, B.
Die Retraktorschraube
Information Nr. 57, Firma Forestadent, Pforzheim, 1984
- 29 Fränkel, R.
Distalschraube - Bügel - Aktivator: Eine Kombination
zur Behandlung der Progenie
Dtsch. Stomat.,6, 2, 113-117, 1956
- 30 Fränkel, R.
Technik und Handhabung der Funktionsregler
VEB Volk und Gesundheit, Berlin, 1973
- 31 Frenzen, F.
Eine neue Progenie-Aktivatoren-Schraube
Quintessenz, 17, 5, Ref. 2917, 1966
- 32 Fischer,
zitiert nach Rethmann, H. (105;1947)

- 33 Garyn, B.
Distalbewegungen von Molaren und Prämolaren
Fortschr. Kieferorthop. 23, 1+2, 253-254, 1962
- 34 Gast,
Teleskopschraube nach Gast
Katalog der Firma Dentaureum, Pforzheim, 1983
- 35 Gehrke, M.E.
Eine Variante in der Verwendung von Duobloc-Schrauben
Quintess. Zahntechnik, 4, 12, Ref. 419, 1-5, 1978
- 36 Geis, A.
Die gezielte Einzelzahnbewegung mit der herausnehmbaren
Plattenapparatur
Quintessenz, 30, 4, Ref. 5921, 1-7, 1979
- 37 Gerbrands, P.
Der Expansions-Streifen
Zahnärztl. Rundsch., 67, 10, 254-255, 1958
- 38 Gerlach, M.
Funktionskieferorthopädische Apparate und ihre Modifi-
kationen
Med. Diss. Tübingen, 1975
- 39 Graber, T.M. und N. Neumann
Removable orthodontic appliances
W.B. Saunders Company, Philadelphia, London, Tokio, 1977
- 40 Graf, H. und U. Ehmer
Das Rezidiv der transversalen Erweiterung bei Kompres-
sionen mit frontalem Engstand
Fortschr. Kieferorthop., 31, 2, 175-186, 1970
- 41 Greenbaum, K.R. und B.U. Zachrisson
The effekt of palatal expansion therapy on the perio-
dental supporting tissues
Amer. J. Orthodont., 81, 1, 12-21, 1982
- 42 Gouldshin, J. und Y. Zilberman
Gingival response to removable orthodontic appliances
Amer. J. Orthodont., 81, 2, 147-149, 1982
- 43 Haas, A.J.
Long-term posttreatment evaluation of rapid palatal
expansion
Angle Orthodont., 50, 3, 189-217, 1980

- 44 Häupl, K.
Gewebsumbau und Zahnverdrängung in der Funktionskiefer-
orthopädie
Barth Verlag, Leipzig, 1938
- 45 Hausser, E.
zitiert in Campos, G.B. (16;1969)
- 46 Hausser, E.
Funktionskieferorthopädische Behandlung mit dem Aktivator
Fortschr. Kieferorthop., 36, 1, 1-17, 1975
- 47 Hausser, E.
Indikation aktiver herausnehmbarer Geräte
Fortschr. Kieferorthop., 44, 418-427, 1983
- 48 Haynes, S. und D. Jackson
A Comparison of the mechanics and efficiency of 21
orthodontic expansion screws
Dent. Practit., 13, 3, 125-134, 1962
- 49 Heller, H.
persönliche Mitteilung an den Verfasser, 1985
- 50 Hennis, I.
Zur Frage der Bewegung von einzelnen Zähnen mit einer
Spezialschraube
Stoma, 13, 1, 22-36, 1960
- 51 Hennis, I.
Zur Entwicklung der kieferorthopädischen Apparaturen
im 20. Jahrhundert
Zahnärztl. Prax., 16, 22, 267-283, 1965
- 52 Herber, C.
Die Dehnschraube. Eine mechanisch-technologische Studie
Dtsch. Mschr. Zahnheilk., 37, 9, 293-312, 1919
- 53 Herbst, E.
Die Regulierung der anomalen Zahn- und Kieferstellungen
mit Schrauben und Scharnieren I. Teil, 3-14,
In: Dtsch. Zahnheilk. in Vorträgen, herausgegeben von
J. Witzel, Heft 14, Verlag G.Thieme, Leipzig, 1910
- 54 Herren, P.
Indikationen und Kontraindikationen für abnehmbare und
festsitzende kieferorthopädische Apparate
Quintessenz, 27, 3, 1-3, Ref. 5420, 1976

- 55 Herren, P.
Das Wirkungsprinzip des Distalbiß-Aktivators
Fortschr. Kieferorthop., 41, 2, 308-329, 1980
- 56 Herrmann, Ch.
Klinische Erfahrungen mit der Dynamat Dehnapparat
Quintessenz, 18, 1, 55-61, 1967
- 57 Herrmann, H.
Kieferorthopädisches Streckgerät mit Schraubgewinde
Dtsch. Stomat., 11, 7, 454-457, 1961
- 58 Herrmann, H.
Die Verwendung seitlicher Schraubspindeln bei FKO-Geräten
für den prognen Formenkreis
Fortschr. Kieferorthop., 24, 2, 166-168, 1963
- 59 Hoffmann-Axthelm, W.
Die Entwicklung der orthodontischen und kieferorthoädi-
schen Apparaturen I-III
Quintess. Zahntechnik, 2, 7-9, Ref. 174, 1-21, 1976
- 60 Hotz, R.
Orthodontie in der täglichen Praxis
4. Aufl., Hans Huber Verlag, Bern, 1970
- 61 Iazard, G.
Orthodontie
3. Auflage, Masson et Cie, Paris 1950
- 62 Jahn, J.
Auswirkung abnehmbarer kieferorthopädischer Geräte
auf den parodontalen Zustand bei 10-14 jährigen
Med. Diss. Marburg
- 63 Jonas, J., M. Debrunner, Th. Rakosi
Beurteilung der Wirkungsweise abnehmbarer Behandlungs-
mittel auf die transversale Dimension und Intercuspitation
Fortschr. Kieferorthop., 37, 3, 277-289, 1976
- 64 Jonas, J.
Die Reaktionsweise des Parodonts auf Kraftapplikation
Fortschr. Kieferorthop. 41, 3, 228-235, 1980
- 65 Jung, F.
zitiert nach Stahl, A. (138;1960)

- 66 Karp,
zitiert nach Izard, G. (61;1950)
- 67 Karwetzky, R.
Steigerung der Effizienz in der Funktionskieferorthopädie
Fortschr. Kieferorthop., 41, 3, 336-347, 1980
- 68 Ketcham,
zitiert nach Korkhaus, G. (72;1939)
- 69 Khawari, A.
Schrauben im Dienst der Kieferorthopädie für abnehmbare Apparate
Med. Diss. Tübingen, 1968
- 70 Kingsley,
zitiert nach Nord, Ch. (92;1928)
- 71 Klammt, G.
Der offene Aktivator
Dtsch. Stomatol., 5, 6, 322-327, 1955
- 72 Korkhaus, G.
Biomechanische Gebiß- und Kieferorthopädie (Orthodontie)
in: Handbuch der Zahnheilkunde, herausgegeben von
Chr. Bruhn, IV. Band, J.F. Bergmann Verlag, München, 1939
- 73 Kutin, G.
Posterior cross-bites in the deciduous and mixed dentitions
Amer. J. Orthodont., 56, 5, 491-504, 1969
- 74 Lampert, F.
Der Einfluß verschiedener kieferorthopädischer Behandlungstechniken auf die Gingiva
Dtsch. zahnärztl. Z., 32, 1, 22-24, 1977
- 75 Langford, F.
Root resorption extremes resulting from clinical RME
Amer. J. Orthodont., 81, 5, 371-375, 1982
- 76 Leger, R. und P. Sörensen
LS-Duobloc. Ein bimaxilläres Gerät zur Behandlung von Klasse III Anomalien
Orthod. u. Kieferorthop., 8, 2, 187-197, 1976
- 77 Lehmköster, E.
Palatinal-Lingual-Zugschraube
Information Nr. 39, Firma Forestadent, Pforzheim, 1983

- 78 Lieb, G.
Zur Problematik einer körperlichen Zahnbewegung beim
Lückenschluß im oberen Frontzahnbereich
Fortschr. Kieferorthop. 30, 2, 179-188, 1969
- 79 Lilja, E.
Orthodontic forces and periodontal compression, a new
method and its application
Acta odontol. Scand., 39, 6, 367-378, 1981
- 80 Lohner, R.
Rilo I + II
Broschüre der Firma Michel+Cie, Bern, 1983
- 81 Martinez, B.
Schrauben in der Kieferorthopädie
Dtsch. Zahnärztebl., 15, 7, 190-197, 1961
- 82 Meyer, W.
Lehrbuch der normalen Histologie und Entwicklungsge-
schichte der Zähne des Menschen
Lehmann Verlag, München, 1932
- 83 Möckel, L.
Möglichkeiten und Grenzen der kieferorthopädischen
Distalbewegung oberer Sechsjahrmolaren
Med. Diss. Würzburg, 1968
- 84 Mühlemann, H.R.
Die Beeinflussung des Parodonts mit den verschiedenen
kieferorthopädischen Apparaturen
Dtsch. zahnärztl. Z., 6, 19, 1087-1099, 1951
- 85 Müller, G.
Die Doppelplatte mit Oberkiefer-Spornführung
Fortschr. Kieferorthop., 23, 1+2, 243-248, 1962
- 86 Müller, G.
Anteriore Bogenschraube zur frontalen Erweiterung im
Unterkiefer
Quintessenz, 16, 9, Ref. 2726, 1-2, 1965
- 87 Nardella, A.
Die reziproke Zug- und Druckschraube nach A. Nardella,
Theorie und Praxis der Anwendungsmöglichkeiten
Quintessenz, 32, 12, Ref. 6302, 1-4, 1981

- 88 Nardella, A.
Variable transversale Fächerschraube
Prospekt der Firma Pedrazzini, München, 1982
- 89 Nawrath, K.
Die "Scherenplatte" bei Gaumenspalten
Dtsch. zahnärztl. Z., 17, 4, 354-357, 1962
- 90 Neumann, B.
Funktionskieferorthopädie - Rückblick und Ausblick
Fortschr. Kieferorthop. 36, 1, 73-85, 1975
- 91 Neuner, O.
Zur Verwendung von sagittal wirkenden Schrauben im Aktivator
Dtsch. Zahnärztebl., 12, 17, 570-576, 1958
- 92 Nord, Ch.F.L.
Loose Appliances in Orthodontia
Dent. Cosmos, 70, 7, 681-687, 1928
- 93 Nord, Ch.F.L.
The advantages of removable appliances
Int. J. Orth. ... (St. Louis), 16, 12, 1273-1279, 1930
- 94 Paul, Ch.L. und A. Stahl
Über die Indikation abnehmbarer Apparate im Rahmen
der vorwiegend mit Multibandtechnik durchgeführten
kieferorthopädischen Behandlung
Öst. Z. Stomat., 66, 9, 334-337, 1969
- 95 Pauly, O.
Über Art und Wirkungsweise verschiedener kieferorthopädischer Apparaturen
D. Dtsch. Zahnärztebl., 8, 22, 880-884, 1954
- 96 Petrovic, A. und J. Stutzmann
Die Progenie - experimentelle Untersuchungen über Pathogenese und Therapie
Fortschr. Kieferorthop. 40, 5, 373-381, 1979
- 97 Pfaff, W.
Über die Regulierungsmethoden in ihrer geschichtlichen
Entwicklung mit besonderer Berücksichtigung ihrer Vorteile und Nachteile
Dtsch. Mschr. Zahnheilk., 26, 44, 43-61 u. 103-131, 1908

- 98 Picton, D.C.A.
zitiert nach Schröder (127;1976)
- 99 Planas,
Teleskopschraube nach Planas
Katalog der Firma Dentaureum, Pforzheim, 1983
- 100 Popovich, F. und G.W. Thompson
Maxillary diastema: Indications for treatment
Amer. J. Orthodont., 75, 399-404, 1979
- 101 Quintessenz - Bericht
Kriterien der optimalen Dehnschrauben-Konstruktion
Quintess. Zahntechn., 2, 7, Ref.171, 1-2, 1976
- 102 Rakosi, T.
Über die Möglichkeiten der Progeniebehandlung
Schweiz. Mschr. Zahnheilk., 80, 9, 1021-1031, 1970
- 103 Rakosi, T.
Funktionelle Therapie der Kieferorthopädie
Hanser Verlag, München, 1984
- 104 Reitan, K.
The initial tissue reaction of orthodontic tooth movement
Acta odont. scand., Suppl. 6, 1951
- 105 Rethmann, H.
Die Dehnschraube
Dtsch. zahnärztl. Z., 2, 12, 410-414, 1947
- 106 Rethmann, H.
Kieferorthopädisches Repetitorium
3. Auflage, Carl Hanser Verlag, München, 1970
- 107 Ritter, Th.
Die Federbolzenschraube
Prospekt der Firma Dentaureum, Pforzheim, 1966
- 108 Robin, P.
Demonstration pratique sur la construction et la mise en bouche d'un appareil de redressement
Rev. Stomatol., 9, 5, 561-590, 1902
- 109 Roloff, H. und W. Matek
Maschinenelemente - Normung, Berechnung, Gestaltung
7. Aufl., Vohweg & Sohn Verl. GmbH, Braunschweig, 1976

- 110 Rossiwall, B.
Über Ursachen des Versagens von KFO-Dehnschrauben
Fortschr. Kieferorthop., 34, 3, 331-333, 1973
- 111 Rossiwall, B.
Untersuchungen über die Korrosion von abnehmbaren kieferorthopädischen Apparaturen durch selbsttätige Reinigungsmittel
Quintess. Zahntechn., 2, 8, Ref. 182, 1-3, 1976
- 112 Rottenberg, D.
Technische Hinweise für Distalbewegungen von Zähnen
Quintessenz, 33, 6, 1225-1228, 1982
- 113 Ruhland, A.
Die Verwendung von Microschrauben für KFO-Apparaturen
Quintessenz, 28, 2, Ref. 5567, 1-4, 1977
- 114 Sander, F.G.
Zur Frage der Biomechanik des Aktivators
Westdeutscher Verlag, Opladen, 1980
- 115 Sander, F.G.
Das Doppelvorschubplattensystem
Information Nr. 55, Firma Forestadent, Pforzheim, 1984
- 116 Sandstedt,
zitiert nach Korkhaus, G. (72;1939)
- 117 Scheff, J.
Eine neue Expansionsplatte zur Erweiterung des Kieferbogens
Österr.-ungar. Viertelj.-Schr. Zahnheilk., 4, 2, 139-145, 1888
- 118 Scheu, R.
Steady - Die Dehnschraube mit Innenbremse
Zahnärztl. Welt-Reform, 63, 9, 874-875, 1962
- 119 Scheu, R.
Der Steady-Bügel. Ein Bauelement für alle nichtparallelen Dehnungen
Quintessenz, 17, 6, Ref. 2935, 1-3, 1966
- 120 Schienbein, H.
Konstruktionsprinzipien kieferorthopädischer Schrauben
Quintessenz, 24, 3, Ref. 4536, 1-25, 1972

- 121 Schienbein, H.
Zur Miniaturisierung kieferorthopädischer Schrauben
Quintess. Zahntechn., 1, 1, Ref. 007, 1-5, 1975
- 122 Schienbein, H.
Die Bewegung der Seitenzähne längs des Zahnbogens mit
herausnehmbaren kieferorthopädischen Behandlungsgeräten
Quintess. Zahntechn., 5, 5+6, Ref. 458, 1-24, 1979
- 123 Schienbein, H.
Zur Entwicklung der Schrauben kieferorthopädischer
Plattengeräte
Quintessenz, 36, 8-10, Ref. 6776, 1-22, 1985
- 124 Schmuth, G.P.F.
Kieferorthopädie, Grundzüge und Probleme
Thieme Verlag, Stuttgart, 1973
- 125 Schmuth, G.P.F.
Modifizierte Apparate für die präventive und interzeptive
Funktionskieferorthopädie
Zahnärztl. Prax., 31, 12, 554-564, 1980
- 126 Schmuth, G.P.F.
Indikation Funktionskieferorthopädischer Geräte
Fortschr. Kieferorthop., 44, 6, 428-437, 1983
- 127 Schröder, H.E.
Orale Strukturbiologie
Thieme Verlag, Stuttgart, 1976
- 128 Schulze, Ch.
Lehrbuch der Kieferorthopädie, Band 1-3
Quintessenz Verlag, Berlin, 1981
- 129 Schumacher, H.A.
Aktivator und Vorschubdoppelplatte
Zahnärztl. Prax., 28, 17, 392-398, 1977
- 130 Schwarz, A.M.
Die Gewebsveränderungen bei orthodontischen Maßnahmen
Fortschr. Orthod., 1, 3, 381-389, 1931
- 131 Schwarz, A.M.
Gebißregelung mit Platten
Urban & Schwarzenberg Verlag, Berlin-Wien, 1947

- 132 Schwarz, A.M.
Die Wirkungsweise des Aktivators
Fortschr. Kieferorthop., 13, 3, 117-138, 1952
- 133 Schwarz, A.M.
Lehrgang der Gebißregelung, Band II: Die Behandlung
Verlag Urban & Schwarzenberg, Wien-Innsbruck, 1953
- 134 Siemons, E.
Eine Nachstellschraube für den Aktivator zur Erweiterung eines einzelnen Zahnbogens
Zahnärztl. Rundsch., 63, 17, 1-3, 1954
- 135 Shaye, R.
The Reaktivator
J. of clin. Ortho., 17, 3, 335-341, 1983
- 136 Sperling, H.
Mitteilung an Prof. Dr. Dr. R. Ritter, Heidelberg, 1963
- 137 Stahl, A.
Paradentale Schäden infolge kieferorthopädischer Behandlung
Fortschr. Kieferorthop., 19, 1+2, 72-84, 1958
- 138 Stahl, A.
Schrauben für die Sagittaldehnung mit seitlich verlängerten Laschen zur Verbesserung der Retention im Kunststoff
Dtsch. Zahnärztebl., 14, 20, 642-650, 1960
- 139 Stahl, A.
Demonstration anlässlich der wiss. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Kieferorthopädie, Bonn, 1961
- 140 Stahl, A.
Zur Frage des Rezidivs bei der Behandlung des Schmal-kiefers
Fortschr. Kieferorthop., 23, 3+4, 345-354, 1962
- 141 Steiner,
Mehrsektorenschraube nach Steiner
Katalog der Firma Dentaurum, Pforzheim, 1983
- 142 Stephens, C.
The orthodontic center of rotation of the maxillary central incisor
Amer. J. Orthodont., 76, 2, 209-217, 1979

- 143 Stockfisch, H.
Moderne bimaxilläre Therapie
Fortschr. Kieferorthop., 32, 3, 453-470, 1971
- 144 Stuteville,
zitiert nach Korkhaus, G. (72; 1939)
- 145 Timms, D.
Rapid Maxillary Expansion
Quintessenz Verlag, Chicago, 1981
- 146 Tischler,
zitiert nach Izard (61;1950)
- 147 Tränkmann, J.
Die aktiven Elemente einer Plattenapparatur
Quintess. Zahntech., 7, 6, Ref. 622, 1-12, 1981
- 148 Trauner, R.
Über die Bewegung von Zähnen mit dosierten Kräften
Fortschr. Kieferorthop., 29, 2, 249-260, 1968
- 149 Trauner, R.
Über praktische Behandlungsmethoden in der Kieferorthopädie
Fortschr. Kieferorthop., 32, 1, 17-23, 1971
- 150 Tulley, W.J.
The scope and limitations of treatment with the aktivator
Amer. J. Orthodont., 61, 6, 562-577, 1972
- 151 Valinoti, J.R.
The European aktivator: Its basis and use
Amer. J. Orthodont., 63, 6, 561-569, 1974
- 152 Voßmerbäumer, R.
Ein neues Schraubenelement
Orthodont. u. Kieferorthop., 8, 114-116, 1976
- 153 Voßmerbäumer, R.
Ein Geschiebe zur aktiven Nachentwicklung von bimaxillären Geräten
Orthodont. u. Kieferorthop., 8, 2, 198-201, 1976

- 154 Wagner, H.J.
Der Weg zur individuellen geführten Universaldehnschraube als Grundform für Dehnplatten, Aktivatoren und Impulsatoren
Zahnärztl. Welt, 6, 9, 203-207, 1951
- 155 Weber, G.
Reziprokschraube nach Weller
Quintessenz, 18, 8, Ref. 3257, 1-3, 1967
- 156 Weber, G.
Hyrax - System nach Dr. William Biedermann
Quintess. Zahntechn., 2, 9, Ref. 191, 1976
- 157 Weise, W.
Vereinfachte Herstellung von Progenieaktivatoren durch Verwendung einer neuen Schraube
Fortschr. Kieferorthop., 19, 2, 265-267, 1958
- 158 Wescott, A.
zitiert nach Pfaff (97;1908)
- 159 Winkler, R.
Orthodontische Mechanik
Lehmann Verlag, München, 1973
- 160 Witt, E.
Messung von Kraftgröße und Kraftwirkung kieferorthopädischer Plattenapparate
Dtsch. zahnärztl. Z., 20, 8, 937-946, 1965
- 161 Witt, E. und G. Baumgartner
Experimentelle Untersuchungen über die Zungenfunktion beim Tragen des Aktivators
Fortschr. Kieferorthop., 31, 1, 109-126, 1970
- 162 Witt, E.
Intermaxilläre Kraftwirkung bimaxillärer Geräte
Fortschr. Kieferorthop., 32, 2, 345-352, 1971
- 163 Witt, E. und M.E. Gehrke
Leitfaden der kieferorthopädischen Technik
Quintessenz Verlag, Berlin, 1981
- 164 Würtemberger, G.
Tabellenbuch Metall
30. Aufl., Nourney, Vollmer & Co., Wuppertal, 1978

165 Wunderer, H.

Ein neuer Aktivator zur Behandlung des Mesialbisses
Zeitschr. f. Stomat., 45, 3, 111-120, 1948

166 Zehle, G.

Über die Feineinstellung der Okklusion bei Fällen von
sogenannter Angle II/1

Fortschr. Kieferorthop., 16, 3, 210-213, 1955

An dieser Stelle möchte ich Herrn Professor Dr. Arnulf Stahl, Direktor der Poliklinik für Kieferorthopädie an der Ludwig-Maximilians-Universität München, für die Überlassung des Themas und die freundliche Unterstützung danken.

Bedanken möchte ich mich auch bei Herrn Priv. Doz. Dr. Helge Fischer-Brandies für wertvolle Hinweise zur Konzeptgestaltung und bei Herrn Studienrat Johann Bichler für die Anfertigung der Einbauschablone.

Für technische Auskünfte und die Überlassung von Informations- und Bildmaterial danke ich folgenden Firmen:

Fa. Dentaurum, Fa. Forestadent, Fa. Michel + Cie. AG und der Fa. Renfert.

LEBENS LAUF

05. Oktober 1951 : geboren in Bergen/Oberbayern, Vater: Michael Schuhbeck, Bäckermeister; Mutter: Rosa Schuhbeck, geborene Steyerer;
- 1958 - 1963 : Volksschule in Traunstein
- 1963 - 1973 : math.-naturwiss. Gymnasium in Prien am Chiemsee, Abitur
- 1973 - 1979 : Zahntechnikerlehre mit Gesellenprüfung und anschließender Tätigkeit als Zahn-Techniker in Traunstein, Leiter der kieferorthopädischen Abteilung und zuletzt stellvertretender Laborleiter
- Mai 1979 : Eheschließung mit der Verwaltungsangestellten Christl Hinterreiter; Tochter Michaela geb. 1980, Sohn Christian geb. 1984
- WS 1979 - SS 1984 : Studium der Zahnheilkunde an der Universität München
- Okt. 1982 : Gründung eines Fachlaboratoriums für Kieferorthopädie in Traunstein
- Dez. 1984 : Approbation als Zahnarzt
- Feb. 1985 - Dez. 1985: wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Poliklinik für Prothetik, Leitung Prof. Dr. E. Kraft
- seit Jan. 1986 : Ausbildungsassistent in Waging am See

Michael Wolfgang Schuhbeck

